موثوقية

فقال الرب الإله للحية

على بطنك تسعين وترابا تأكلين كل أيام حياتك



هنرى ناجى فوزى

موثوقية

فقال الرب الإله للحية

على بطنك تسعين وترابا تأكلين كل أيام حياتك

إعداد / هنرى ناجى فوزى

يونيو 2026م

فهرس الموضوعات

<<فَقَالَ الرَّبُّ الإِلهُ لِلْحَيَّةِ: «لأَنَّكِ فَعَلْتِ هذَا، مَلْعُونَةٌ أَنْتِ مِنْ جَمِيعِ الْبَهَائِمِ وَمِنْ جَمِيعِ وُحُوشِ الْبَرِّيَّةِ. عَلَى بَطْنِكِ تَسْعَيْنَ وَتُرَابًا تَأْكُلِينَ كُلَّ أَيَّامِ حَيَاتِكِ>> تكوين 14:3

هذا النص يجعلنا نسال أنه عدما لعن الله الحية، كانت اللعنة بأنها تسعى على بطنها، هذا يعنى أن الحية كان لها أرجل وربما كان يمكنها الطيران، فهل هناك أدلة على وجود حيات في الماضى كان يمكنها الطيران وكان لها أرجل تسير عليها.

الإجابة هي نعم توجد الكثير من الأدلة التاريخية، وكذلك توجد أحفوريات كثيرة تؤيد ذلك، بالرغم من أن هذه اللعنة كانت للحية التي كانت تعيش في جنة عدن، وكذلك قبل حدوث الطوفان.

أيضاً تم مناقشة موضوع الجزء الثانى من اللعنة بأن تأكل الحية التراب كل أياام حياتها

هنرى ناجى فوزى

يونيو 2026

فَقَالَ الرَّبُّ الإِلهُ لِلْحَيَّةِ:

لأَنَّكِ فَعَلْتِ هذَا ، مَلْعُونَةٌ أَنْتِ مِنْ جَمِيعِ الْبَهَائِمِ وَمِنْ جَمِيعِ وُحُوشِ الْبَرِّيَّةِ.

عَلَى بَطْنِكِ تَسْعَيْنَ وَتُرَابًا تَأْكُلِينَ كُلَّ أَيَّامِ حَيَاتِكِ

تكوين 3:14

فقدان أرجل الثعابين ليس تطوراً

يعتقد بعض علماء التطور أن الثعابين تطورت من السحالي بفقدانها لأرجلها. هل هذا صحيح؟ ألا توجد اختلافات تشريحية أساسية أخرى تميز السحالي عن الثعابين، بخلاف وجود الأطراف أو عدمه؟ بالتأكيد توجد. تمتلك جميع السحالي جفنًا، بالإضافة إلى غشاء راف، وهو غشاء شفاف يُشبه الجفن الثالث، يُمكن سحبه فوق العين لترطيبها وحمايتها من الغبار، بينما تفتقر الثعابين إلى هذين التركيبين. تمتلك الثعابين أنيابًا ومفصل فك مرن، بينما تمتلك السحالي أسنانًا مسطحة وجمجمة ثابتة. تمتلك بعض الثعابين حفرًا حرارية على أنفها، لكنها لا تمتلك آذانًا خارجية. الحفر الحرارية هي أعضاء حسية حول أنف الثعبان تستشعر الإشعاع الحراري. أما السحالي، فتفتقر إلى الحفر الحرارية، لكنها تمتلك آذانًا خارجية.

تتحرك الثعابين بالانزلاق مستخدمةً الحراشف السفلية على جسمها. بينما تتحرك السحالي إما بلف جسمها الصلب أو باستخدام أرجلها. ذيول الثعابين قصيرة ولا تنكسر عند الإمساك بها. في المقابل، تمتلك السحالي ذيولًا أطول قد تنكسر إذا أمسك بها حيوان آخر[1]. هذا يعني أنه من غير المرجح أن تكون الثعابين قد تطورت من سحالي عديمة الأرجل، لأن السحالي والثعابين تنتمي إلى فصائل حيوانية مختلفة. بعبارة أخرى، فإن الرواية التطورية القائلة بأن الثعابين ورثت جينات متدهورة من السحالي خاطئة.

الخصائص	الثعابين	السحالى
الجفون	لا توجد	يوجد جفون
الغشاء Nictitating membrane	لا يوجد	موجود
الأسنان	أنياب	أسنان مسطحة
الفك	مرن	غير متحرك
الحركة	الانزلاق على الحراشيف السفلية	لف الجسم والأرجل
الذيل	قصير لا ينكسر	طويل يمكن أن ينكسر
الأعضاء الحسية	حفر حرارية ولا يوجد أذن	يوجد أذان خارجية

[1] Wood, T.C., Animal and Plant Baramins, Center for Origins Research Issues in Creation, No. 3, Wipf & Stock Publishers, Eugene, OR, 2008
Bell, P., Of snakes, lizards and mosasaurs, Creation 31(3):15–17, 2009; creation.com/snakes

عُثر على عدة أنواع من الثعابين الأحفورية، مع تقدير عمرها التطوري، بالإضافة إلى ملاحظة توضح ما إذا كانت تمتلك أطرافًا أم لا. أربعة أنواع من الثعابين، يتراوح عمرها التطوري المقدر بين 167 و140 مليون سنة، جميعها بلا أطراف[1]، بينما عُثر على ثعابين أحدث تطورًا بأطراف خلفية، باستثناء ثعبان Xiaophis myanmarensis. من بين هذه الثعابين ذات الأطراف، كان أقدمها، Tetrapodophis amplectus، يمتلك أطرافًا أمامية وخلفية. أما ثعبان Eupodophis، الذي اكتُشف عام 2000، فقد عُثر عليه في رواسب في لبنان. وكان يمتلك طرفًا خلفيًا كاملًا، يشمل عظم الفخذ وعظم الساق وعظمي الشظية (عظم الفخذ وعظمي الساق السفليين). كما أن نوعًا آخر، ينتمي إلى جنس Najash، كان يمتلك عظم العجز وأطرافًا خلفية قوية وظيفية تقع خارج قفصه الصدري. واليوم، تمتلك بعض أنواع الثعابين الحية، مثل البوا أو البايثون، عظامًا صغيرة في منطقة الحوض. يتناقض هذا النمط الأحفوري (انعدام الأطراف، ثم اكتسابها، ثم فقدانها) تمامًا مع المفهوم التطوري لفقدان الأطراف تدريجيًا من سلف ثعبان رباعي الأطراف.

من المرجح أن تكون أحافير الثعابين ذات الأرجل قد تشكلت خلال طوفان نوح، لذا فمن المحتمل أنها ظهرت بعد أسبوع الخلق. ويُحتمل أن يكون التفسير الخلقي هو أن الله لعن الثعبان مباشرةً بعد الخطيئة الأصلية، بحيث عطّل بعض العناصر الجينية في جينومه المسؤولة عن الأطراف. أما عن نوع الثعبان، فلا نعلم. ربما أعادت طفرات لاحقة، بعد الخطيئة الأصلية، تنشيط هذه العناصر الجينية. وربما تكون هذه العناصر قد تضررت بفعل طفرات أخرى لاحقة.

Species	Assumed evolutionary age (mill. of years)11	Morphology	Geographical location
Eophis underwoodi	167	limbless	Oxfordshire, England
Portugalophis lignites	157–152	limbless	Guimarota, Portugal
Diablophis gilmorei	155	limbless	Colorado, USA
Parviraptor estesi	145–140	limbless	Dorset, England
Tetrapodophis amplectus	113	all four limbs	Brazil
Haasiophis terrasanctus	100–94	hindlimbs	Ramallah
Xiaophis myanmarensis	99	limbless	Myanmar
Pachyrachis problematicus	98–94	hindlimbs	Ramallah
Eupodophis descouensi	94	hindlimbs	Lebanon
Najash rionegrina	90	sacrum and hindlimbs	Rio Negro, Argentina

[1]) Bell, P., Baby snake fossil further frustrates evolution, Creation 41(3):15, 2019

حفريات الثعابين لها أرجل

تم اكتشاف العديد من حفريات الثعابين (رتبة فرعية: الأفاعي suborder Ophidia) في العقود الأخيرة، لكن لم يُقدّم أيٌّ منها حلاً مُرضياً لمن يحاولون حلّ لغز أصول الثعابين التطوري. وحتى الآن[1]، يُعتقد عموماً أن أقدم حفريات الثعابين تعود إلى حوالي 100 مليون سنة. وتصف ورقة بحثية جديدة نُشرت في مجلة "Nature Communications"، من تأليف عالم الحفريات بجامعة ألبرتا Alberta، البروفيسور مايكل كالدويل Michael Caldwell، وزملاؤه، حفريات لأربعة أنواع من الثعابين، والتي، بحسب قولهم، تُعيد سجلّها الأحفوري إلى الوراء بنحو 70 مليون سنة. وفي الفكر التطوري، يجعل هذا بعض الثعابين مُعاصرة لديناصورات العصر الجوراسي الأوسط. بحسب ترتيبها التطوري[2]، فهي كالتالي:

I. Parviraptor estesi (من دورست Dorset، إنجلترا) - 140-145 مليون سنة
II. Diablophis gilmorei (من كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكية) - 155 مليون سنة
III. Portugalophis lignites (من غيماروتا Guimarota، البرتغال) - 152-157 مليون سنة
IV. Eophis underwoodi (من أوكسفوردشاير، إنجلترا) - 167 مليون سنة.

كلما كانت الأحفورة أكثر اكتمالاً، قلّ مجال التكهنات. نشرت رويترز رسومات فنية للثعابين الثلاثة الأولى المذكورة أعلاه، والتي تناقلتها وسائل الإعلام العالمية. تُظهر هذه الرسومات بوضوح أرجلًا صغيرة لدى ديابلوفيس جيلموري، ولكن ليس لدى الأنواع الأخرى، وتؤكد قراءة متأنية للورقة البحثية أنه لم يتم العثور على عظام صدرية أو حوضية أو أطراف في تلك الأنواع. مع ذلك، لا يذكر الوصف المنهجي للهياكل العظمية والأسنان لثعبان ديابلوفيس جيلموري أي هياكل مماثلة لهذا النوع أيضًا، فعلى سبيل المثال، بالإضافة إلى الحوض المفقود، لا يوجد سوى بعض الفقرات قبل المذرق و"فقرة عجزية واحدة محتملة". لذا، فإن إضافة أطراف صغيرة في الصورة الإعلامية غير مبررة على الإطلاق؛ إذ ستضلل كل من لم يقرأ البحث بنفسه. في الواقع، من المسلّم به أن هياكل هذه الثعابين غير مكتملة للغاية، حيث يعترف المؤلفون قائلين: "لا يمكننا تحديد شكل أو طول أو هيئة أي جانب من جوانب جسم أقدم الثعابين (منذ حوالي 167 مليون سنة) المذكورة هنا" (التشديد

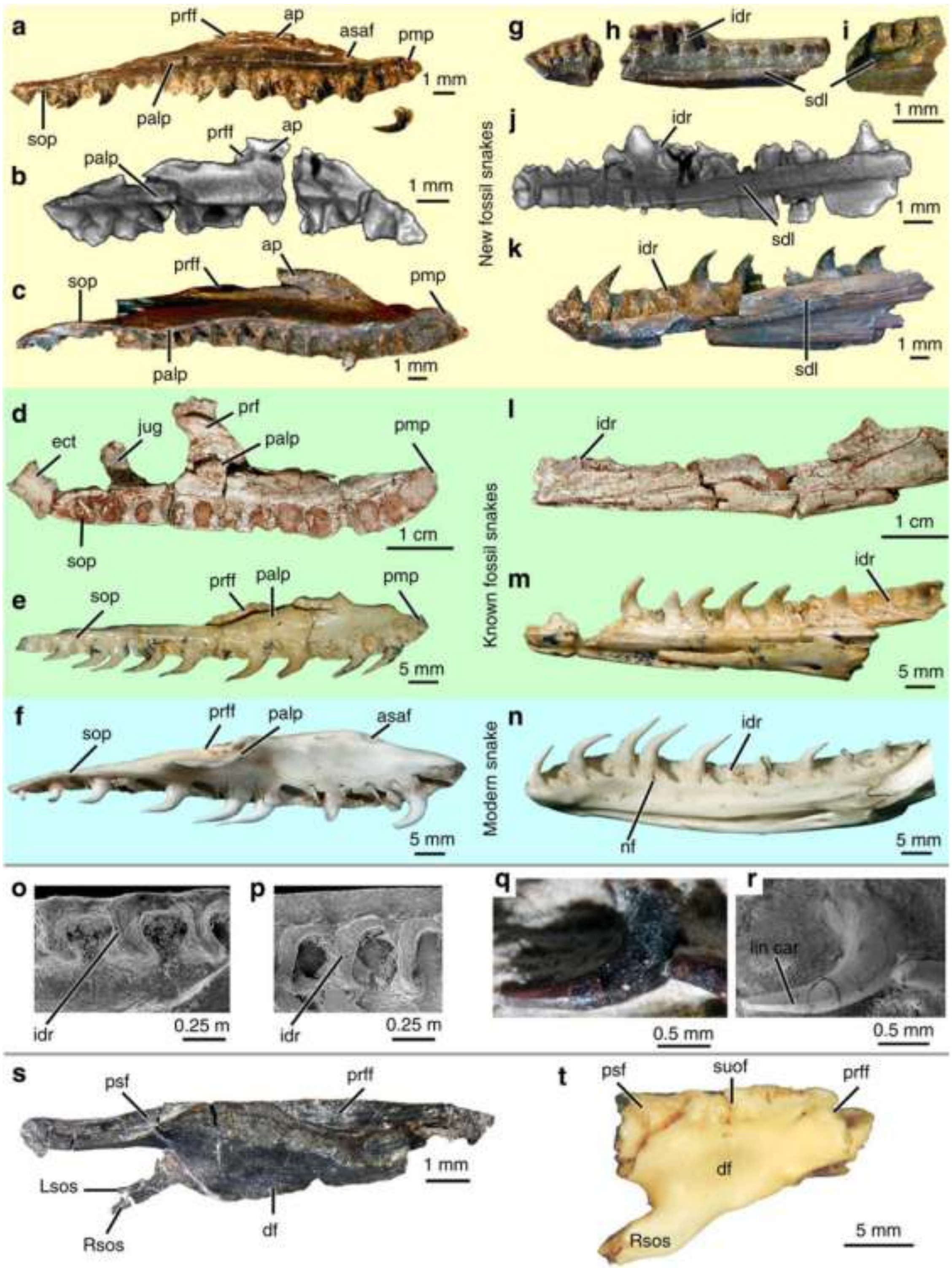
[1] Caldwell, M. W. et al., The oldest known snakes from the Middle Jurassic-Lower Cretaceous provide insights on snake evolution, Nature Communications 6, no. 5996, doi:10.1038/ncomms6996, 27 January 2015.

[2] Dunham, W., Remarkable fossils push back snake origins by 65 million years, uk.reuters.com, 27 January 2015; accessed 5 February 2015

مني). ومع ذلك، وكما ورد، "يقول الباحثون إن جميعها ربما امتلكت شكلاً من أشكال الأطراف الأمامية والخلفية المختزلة". نشرت وكالة رويترز رسومات فنية لثلاثة أنواع من هذه الكائنات، تناقلتها وسائل الإعلام العالمية. صُوِّر نوع Diablophis gilmorei بأرجل خلفية وأمامية صغيرة، بينما صُوِّر نوع Portugalophis lignites كمتسلق أشجار ملون بأقدام أمامية صغيرة[1].

لم يتضمن الوصف المنهجي للهياكل العظمية والأسنان لثعبان ديابلوفيس جيلموري سوى القليل من العمود الفقري نفسه، إذ اقتصر على بعض الفقرات قبل المذرق و"فقرة عجزية واحدة محتملة". وبالمثل، أُعيد بناء ثعبان بورتوغاليس ليجنيتس من بقايا فك مجزأة فقط. في الواقع، كان من المسلّم به أن المواد الأحفورية للأنواع الأربعة جميعها غير مكتملة لدرجة أنه لا يمكننا تحديد شكل أو طول أو هيئة أو أي جانب من جوانب جسم أقدم الثعابين (منذ حوالي 167 مليون سنة). لم يمنع هذا الباحثين من التكهن بأن "جميع الأنواع الأربعة ربما امتلكت شكلاً من أشكال الأطراف الأمامية والخلفية المختزلة".

[1] Dunham, W., Remarkable fossils push back snake origins by 65 million years, uk.reuters.com, January 2015; accessed February 2015)



عناصر الفك للأنواع الأربعة الجديدة والعديد من الثعابين "المبكرة" الأخرى. (a) و(s) على التوالي، الفك العلوي الأيسر والعظم الجبهي الأيمن لـ Parviraptor estesi؛ (b) و(j) على التوالي، الفك العلوي الأيمن والفك السفلي الأيمن لـ Diablophis gilmorei (الصور معكوسة)؛ (c) و(k) على التوالي، الفك العلوي الأيسر والفك السفلي الأيسر لـ Portugalis lignites؛ (g) و(h) و(i) على التوالي، المقطع الأمامي للارتفاق، والجزء الأوسط من الفك السفلي، والجزء الخلفي من الفك السفلي لـ Eophis underwoodi.

يقول الباحثون إن تشريح جمجمة هذه الثعابين الأربعة "القديمة" يشبه تشريح جمجمة الثعابين الحديثة وغيرها من الثعابين الأحفورية. وهذا أمر غير متوقع بالطبع. مع ذلك، فقد أثارت بنية جمجمة الثعابين الأحفورية التي تم الإبلاغ عنها سابقًا، مثل Pachyrhachis problematicus وHaasiophis terrasanctus، دهشة الباحثين في علم التطور، إذ تشبه بنية جمجمة الأفاعي البوائية والبيثون الحديثة (التي تُعتبر "متطورة").

علاوة على ذلك، حُفظ النوعان الأخيران مع أطراف خلفية متحجرة حقيقية (تُعتبر حالة "بدائية"). كان من المتوقع أن تُظهر أحافير الثعابين الأقدم أرجلًا خلفية أكثر بروزًا، بالإضافة إلى الأرجل الأمامية[1]. فماذا عن الأنواع الأربعة التي أبلغ عنها فريق كالدول؟

إذا كانت الثعابين الناضجة والمتنوعة بيولوجيًا (ذات الجماجم "المتطورة") موجودة بالفعل منذ 167 مليون سنة (عمر أقدم حفرية)، لم يكن أمام علماء الحفريات التطورية خيار يُذكر سوى ترجيح نشأة أقدم للثعابين. يعتقد سيباستيان أبيستيغيا (من المجلس الوطني للبحوث العلمية والتقنية في الأرجنتين)، أحد زملاء كالدول، أن الثعابين ظهرت لأول مرة منذ حوالي 190 مليون سنة.

قدّم فريق كالدويل Caldwell's وجهة نظر "ثورية" مفادها أن الثعابين طوّرت شكل جمجمتها المميز قبل فقدانها لأرجلها بفترة طويلة. لم يكن أمامهم خيار كبير في اتخاذ هذه الخطوة لسببين: (1) جماجم الثعابين الأربعة "الأقدم" ذات المظهر الحديث؛ (2) حقيقة أن الثعابين "الأصغر سنًا" (مثل ثعبان Eupodophis الذي يبلغ عمره 94 مليون سنة) كانت تمتلك أطرافًا خلفية صغيرة. لم يكن من الممكن الجزم بحدوث انعكاس تطوري (فقدان الأطراف ثم استعادتها على مدى ملايين السنين، وهو ما يخالف قانون دولو)، لذا على الرغم من أن هذه الثعابين المبكرة تبدو بلا أطراف (استنادًا إلى الأحافير وحدها)[2]، يُفترض أنها كانت تمتلك أرجلًا أمامية وخلفية. خلال فترة 70 مليون سنة بين ثعبان Eupodophis underwoodi والثعابين الأصغر سنًا ذات الأطراف الخلفية، كان يُعتقد أن الثعابين قد تنوعت جغرافيًا وبيولوجيًا، بشكل أساسي من خلال استطالة الجسم وتقلص حجم الأرجل.

---

[1] Whitehouse, D., Discovery challenges snake origins, news.bbc.co.uk, March 2000; accessed June 2015

[2] Longrich, N.R., Bhullar, B.–A.S. and Gauthier, J.A., A transitional snake from the Late Cretaceous period of North America, Nature 488(7410):205–208, 2012

في يوليو، نُشرت في مجلة Science معلومات عن نوع آخر من الثعابين الأحفورية: Tetrapodophis amplectus (من البرازيل) - 113 مليون سنة[1]. تم الحفاظ على هيكل عظمي كامل للحيوان، على عكس البقايا الأحفورية المجزأة للأنواع الأربعة "الأقدم". امتلك هذا المخلوق 160 فقرة في العمود الفقري و112 فقرة في الذيل، بالإضافة إلى أطراف خلفية وأمامية محفوظة بشكل رائع. أعلنت وسائل الإعلام أنه ثعبان ذو أربع أرجل. ادّعى عالم الأحياء التطورية، البروفيسور مارتن كوهن، أن "هذا قد يكون أحد أهم الأحافير التي عُثر عليها على الإطلاق. فمزيج الجسم الشبيه بالثعبان مع الأطراف الأمامية والخلفية الكاملة يُشبه نسخة ثعبانية من الأركيوبتركس[2] Archaeopteryx".

مع ذلك، لا يُعدّ Tetrapodophis بالتأكيد حلقة وصل مورفولوجية بين تلك الثعابين "الأقدم" (عديمة الأطراف) وأحافير الثعابين اللاحقة ذات الأطراف الخلفية؛ وهي Pachyrhachis problematicus و Haasiophis terrasanctus وEupodophis descouensi، على الرغم من أن أنصار نظرية التطور سيضطرون إلى الادعاء بأن أحفوريات الثعابين "الأقدم" كانت تمتلك أيضًا أربعة أطراف، بل وأطرافًا أكبر حجمًا. وفي حديثه عن أطراف Tetrapodophis، يقول أحد مؤلفي ورقة بحثية نُشرت في مجلة Science، الدكتور نيك لونغريتش (جامعة باث Bath، المملكة المتحدة)، إنها "أبعد ما تكون عن كونها بقايا تطورية "أثرية" متدلية بلا فائدة"[3].

بدلاً من ذلك، يُعتقد أن حيوان التترابودوفيس كان يستخدم أصابعه الطويلة ذات المخالب للإمساك بفريسته، وهو ما يُشير إليه اسم النوع "أمبليكتوس" الذي يعني "الاحتضان". وقد تم تصوير ذلك في الرسومات الفنية التي أعادت بناء المخلوق. حتى أن بقايا وجبته الأخيرة المحفوظة كانت متحجرة، وهي نوع من الفقاريات الصغيرة.

---

[1] Marthill, D.M., Tischlinger, H. And Longrich, N.R., A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana, Science 349(6246):416–419, July 2015

[2] Christakou, A., Four-legged fossil snake is a world first, nature.com/news, July 2015

[3] Webb, J., Four-legged snake ancestor 'dug burrows', bbc.co.uk/news, July 2015



Tetrapodophis amplectus - وتعني حرفيًا "الأفعى ذات الأربع أرجل" مع "عناق"

أطلق مارتيل على المخلوق اسم "تيترابودوفيس": ثعبان رباعي الأرجل[1]. يقول: "هذا الحيوان الصغير هو الأركيوبتركس في عالم الزواحف الحرشفية Archaeopteryx ". (الزواحف الحرشفية هي الثعابين والسحالي). الأركيوبتركس هو أحفورة ريشية، تشير سماتها المتنوعة إلى الانتقال التطوري من الديناصورات إلى الطيور. وبالمثل، يقول مارتيل، يشير الثعبان الجديد إلى كيفية تطور هذه الثعابين الزاحفة عديمة الأرجل من سحالي رباعية الأرجل.

حيوان التترابودوفيس لا يمتلك أي تكيفات للسباحة، مثل الذيل المسطح، بينما يمتلك العديد من التكيفات للحفر، مثل الخطم القصير. كان يسبح في الأرض، لا في الماء.

كان يصطاد هناك أيضًا. تشير أسنانه المدببة للخلف إلى أنه كان مفترسًا نشطًا. وكذلك المفصل الموجود في فكيه، والذي كان يمنحه فتحة فم واسعة للغاية ويسمح له بابتلاع فرائس كبيرة. ومن اللافت للنظر أنه لا يزال يحتوي على بقايا وجبته الأخيرة: توجد عظام صغيرة في أحشائه، ربما تعود إلى ضفدع أو سحلية تعيسة الحظ. كان هذا الحيوان آكل لحوم حقيقي، مما يشير إلى أن الثعابين الأولى كانت لديها ولع مماثل باللحم. يعتقد مارتيل

---

[1] (David M. Martill, Helmut Tischlinger, and Nicholas R. Longrich, A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana, Science, Jul 2015, Vol 349, Issue 6246, pp. 416-419
https://www.nationalgeographic.com/science/article/a-fossil-snake-with-four-legs

أن ثعبان "تيترابودوفيس" كان يقتل فريسته بالعصر، كما تفعل العديد من الثعابين الحديثة. ويتساءل: "لماذا يمتلك جسمًا طويلًا جدًا؟". وعلى وجه الخصوص، لماذا يمتلك جسمًا طويلًا مع عدد هائل من الفقرات في منتصفه؟ **لا تمتلك أي من السحالي الأخرى عديمة الأرجل هذه الخاصية**، حتى تلك التي تحفر الجحور. يعتقد مارتيل أن هذه السمة جعلت الثعابين الأولى مرنة بشكل لا يصدق، مما سمح لها بالالتفاف حول فريستها. ربما ساعدتها أرجلها القصيرة أيضًا. من غير المرجح أن يكون ثعبان "تيترابودوفيس" قد استخدم هذه الأطراف للتنقل، ولا يبدو أنها تمتلك أي تكيفات للحفر. فبفضل "أقدامها" الصغيرة و"أصابعها" الطويلة، تبدو شبيهة إلى حد ما بأقدام الكسلان أو الطيور المتسلقة القادرة على الإمساك. ويعتقد مارتيل أن الثعبان ربما استخدم هذه "الأقدام الغريبة ذات الشكل الملعقي" لتقييد فريسته المقاومة، أو ربما لتقييد شريكه. لذلك فإن فرضية أن التترابودوفيس قد تتطور من السحالى مرفوضة أيضاً.

سوزان إيفانز Susan Evans من جامعة كوليدج لندن، المتخصصة في دراسة تطور الزواحف، مترددة في هذا الشأن. تقول: "يحدث هذا في كل مرة يُوصف فيها نوعٌ يُحتمل أن يكون ثعبانًا مبكرًا. الآراء حول تطور الثعابين متباينة للغاية". وتضيف أن "تيترابودوفيس" يمتلك بعض السمات المتوقعة من ثعبان مبكر، ولا يُصنف بسهولة ضمن أي مجموعة أخرى معروفة من الحرشفيات. كما أن العينة أكثر اكتمالًا من العديد من الثعابين الأخرى التي زُعم اكتشافها مؤخرًا، والتي لا يُعرف بعضها إلا من خلال شظايا فقرات أو فك. تقول إيفانز: "لسوء الحظ، الجمجمة محفوظة بشكل سيئ، وهذا يُعقّد عملية التفسير. الأهم هو أنه تم لفت الانتباه إليها الآن، وسيتم فحصها بدقة من قبل باحثين آخرين". وتأمل إيفانز، قبل كل شيء، أن يعثر أحدهم على عينة بجمجمة أفضل.

يُصر مارتيل Martill على أن "تيترابودوفيس" يمتلك "الكثير من التفاصيل الصغيرة التي تُشير إلى أنه ثعبان". هناك الأسنان المتجهة للخلف، وصف واحد من الحراشف على البطن، وطريقة اتصال الفقرات التي يبلغ عددها حوالي 150 فقرة، والذيل القصير بشكل غير معتاد. (في السحالي والتماسيح، قد يصل طول الذيل إلى طول الجسم بأكمله، لكن ذيل الثعبان - أي كل ما بعد الورك - قصير نسبيًا). توجد بعض هذه السمات في أنواع أخرى من السحالي عديمة الأرجل، لكن الثعابين وحدها تمتلكها جميعًا. ويضيف مارتيل أنه من غير المتوقع أن يمتلك ثعبان سلفي كل السمات التي اكتسبها أحفاده على مدى ملايين السنين من التطور.

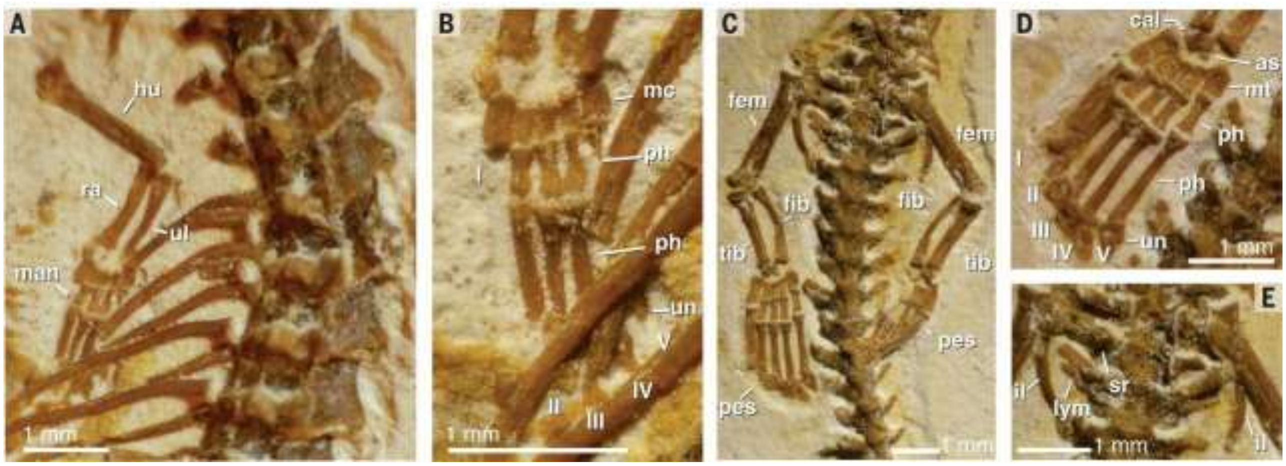
كما تعاون مع نيك لونغريتش Nick Longrich في جامعة باث لمقارنة سمات ثعبان Tetrapodophis بسمات الثعابين الحديثة والمتحجرة. وقد أسفر تحليلهما عن شجرة عائلة يظهر فيها Tetrapodophis بعد أقدم الثعابين المعروفة مثل Eophis وParviraptor وDiablophis، ولكنه يبقى ثعبانًا بكل تأكيد.



Tetrapodophis forelimb. Credit: Dave Martill



Tetrapodophis hindlimb. Credit: Dave Martill

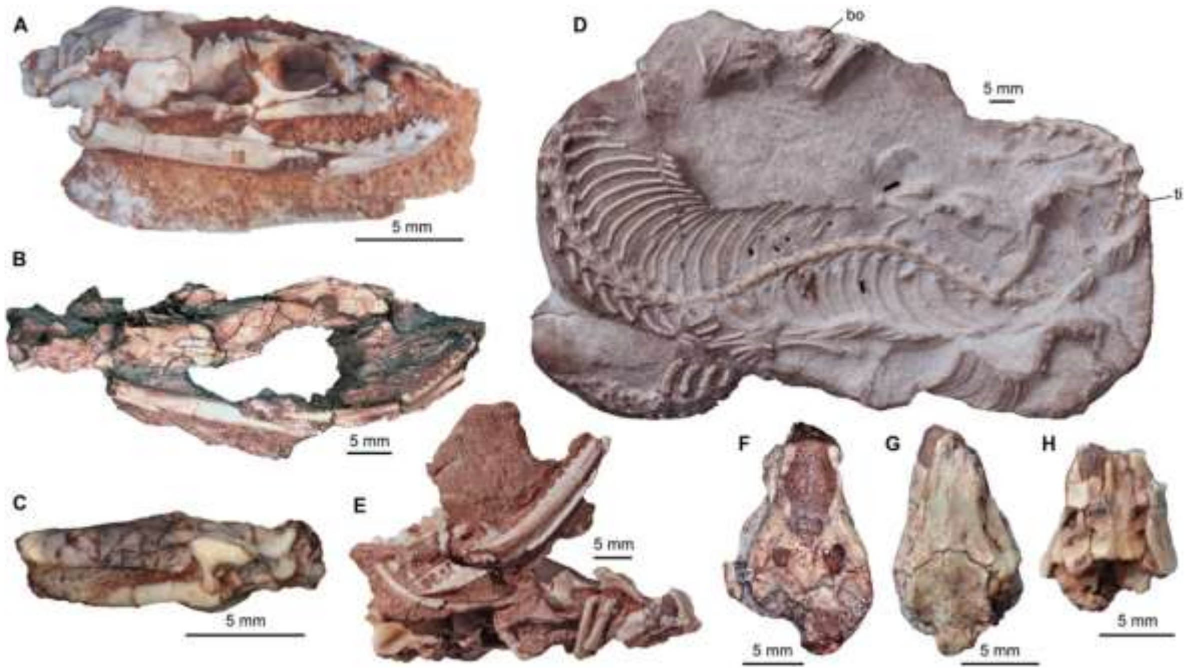


(A) Forelimb. (B) Manus ('hand'/front foot). (C) Hindlimbs and pelvis. (D) Pes (hind foot). (E) Pelvis

في دراسة، نُلقي الضوء على اكتساب بنية جسم الثعبان باستخدام صور مقطعية محوسبة دقيقة لأولى الجماجم المحفوظة ثلاثية الأبعاد للثعبان ذي الأرجل "نجاش[1] Najash "، وفرضية تطورية جديدة. تُوضح هذه النتائج التسلسل الأولي لفقدان العظام الذي أدى إلى نشأة جمجمة الثعبان الحديثة. تُقدم التحليلات المورفولوجية والجزيئية، بما في ذلك بيانات الجمجمة الجديدة، دعمًا قويًا لانتشار واسع النطاق للثعابين

[1] Fernando F. Garberoglio, Sebastián Apesteguía, Tiago R. Simões, Alessandro Palci, Raúl O. Gómez, Randall L. Nydam, Hans C. E. Larsson, Michael S. Y. Lee, and Michael W. Caldwell, New skulls and skeletons of the Cretaceous legged snake Najash, and the evolution of the modern snake body plan, Science Advances, Nov 2019 Vol 5, Issue 11

المبكرة ذات الأطراف الخلفية والحوض، مما يُثبت أن هذه المورفولوجيا الوسيطة لم تكن مجرد مرحلة عابرة بين بنى الجسم ذات الأطراف وتلك عديمة الأطراف. نقدم هنا ثماني جماجم جديدة وثلاثة هياكل عظمية متصلة لثعبان نجاش ذي الأرجل من العصر السينوماني Cenomanian (باتاغونيا Patagonia، الأرجنتين)، والذي كان معروفًا سابقًا بشكل رئيسي من هيكل عظمي جزئي متصل وجمجمة جزئية مع شظايا مرتبطة بها.



عينات من نجاش من موقع LBPA. (A) MPCA 500، جمجمة مع فقرتي الأطلس والمحور في منظر جانبي أيمن. (B) MPCA 591، جمجمة جزئية مع فقرات متصلة في منظر جانبي أيمن. (C) MPCA 581، جمجمة جزئية مع فقرة الأطلس في منظر جانبي أيسر. (D) MPCA 564، عينة متصلة مع جمجمة جزئية وجزء من الهيكل العظمي الخلفي في منظر بطني. (E) MPCA 419، عظم الفك السفلي والفقرات والأضلاع المرتبطة به. (F) MPCA 480، جمجمة جزئية مع فقرة الأطلس في منظر ظهري. (G) MPCA 536، جمجمة جزئية في منظر بطني. (H) MPCA 386، جمجمة جزئية في منظر بطني. bo: العظم القاعدي القذالي basioccipital ؛ ti, tibia عظم الظنبوب.

عثر العلماء على أحافير لثعبان ذي أرجل و"وركين hips "[1] وهو نموذج قد يكون أقدم ثعبان تم اكتشافه على الإطلاق. عثر سيباستيان أبيستيغيا Sebastián Apesteguía، من المتحف الأرجنتيني للتاريخ الطبيعي، وفريقه على أحفورة الثعبان في رواسب أرضية في مقاطعة ريو نيغرو Río Negro شمال باتاغونيا Patagonia، الأرجنتين عام 2003. وعلى عكس عدد قليل من الأحافير ذات الأرجل التي عُثر عليها في رواسب بحرية وصُنفت على أنها ثعابين خلال العقد الماضي، فإن الأحفورة الجديدة، التي سُميت Najash rionegrina، تتميز بعظم عجز واضح

[1]) https://www.newscientist.com/article/dn9020-oldest-snake-fossil-shows-a-bit-of-leg/

يدعم الحوض وأرجل خلفية وظيفية خارج قفصها الصدري. يشير الهيكل العظمي للكائن إلى أنه كان أقرب تطوريًا إلى سلفه ذي الأربع أرجل من الأحافير السابقة. وبما أن العلماء عثروا عليها في رواسب أرضية، فمن شبه المؤكد أن هذا الحيوان عاش على اليابسة. "يمثل هذا الثعبان إضافة مهمة لأنه أول ثعبان يمتلك عظم العجز. وهذا يمثل شكلاً وسيطاً لم يسبق رؤيته من قبل"، كما يقول حسام زاهر، أمين قسم علم الزواحف في جامعة ساو باولو في البرازيل، وأحد أعضاء فريق البحث. عُثر على الأحفورة في رواسب تعود إلى أواخر العصر الطباشيري، ويقول زاهر إن عمر الثعبان لا يقل عن 90 مليون سنة. ويضيف: "هذا يُسدّ ثغرةً مهمةً في المعلومات المورفولوجية المتعلقة بالتطور المبكر للثعابين".

قال زاهر لمجلة New Scientist: "يمكننا الآن دحض فرضية الأصل البحري. تشير أحفورة ثعبان نجاش Najash إلى أن سحالي الموزاصور mosasaur لم تكن أقرب مجموعة من السحالي صلةً بالثعابين". ويضيف أن الثعابين البحرية ذات الأرجل تنتمي إلى سلالة أحدث، وربما تمثل أول غزو للبحر من قِبل الثعابين.



A legged snake fossil found in 2003 in Patagonia, Argentina, the sacral region is shown here



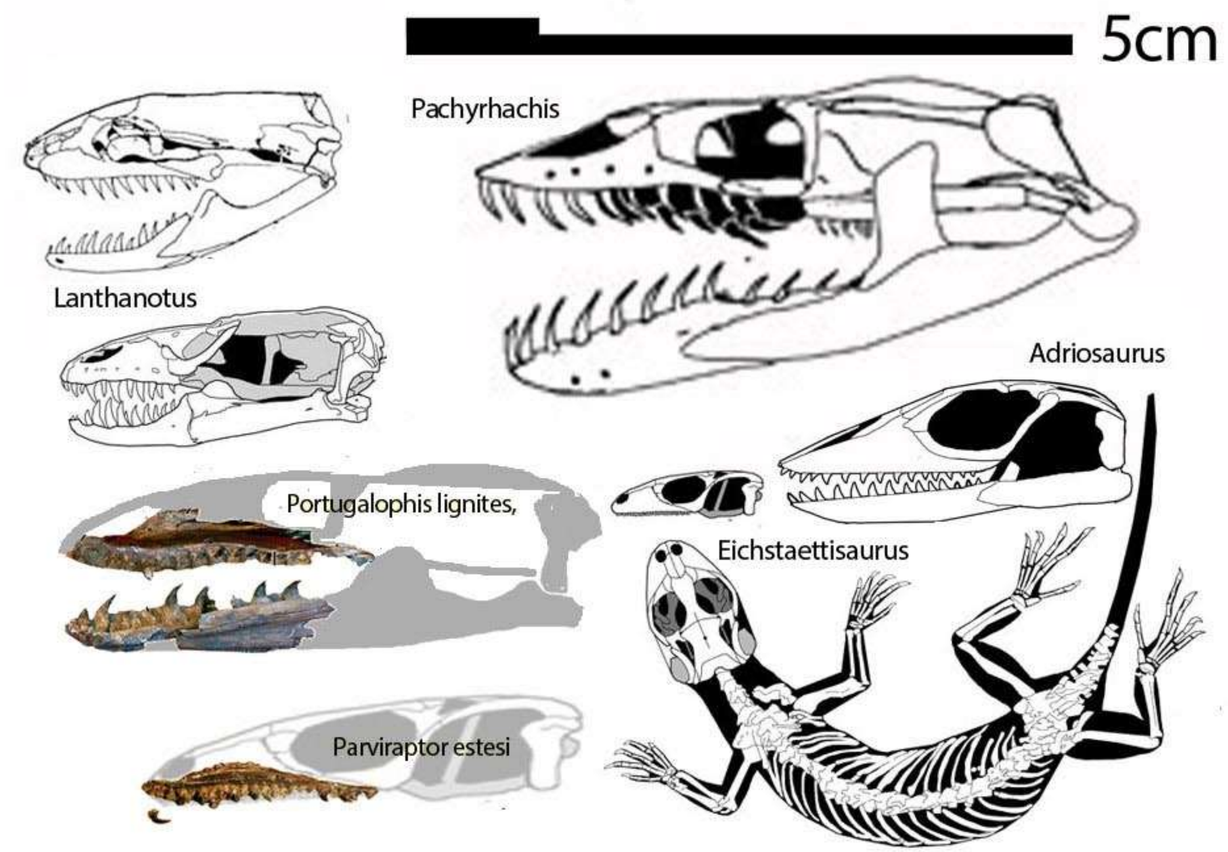
An articulated portion of the Najash fossil

صنفت ورقة كالدول[1] Caldwell وآخرون الثعابين الجحرية، الغريبة منها والغريبة جدًا، مثل ثعبان Leptotyphlops الصغير، ضمن الثعابين التقليدية التي تعيش فوق سطح الأرض. في شجرة الزواحف الكبيرة، يُصنف Leptotyphlops كنوع متطور جدًا. من الصعب حقًا تصنيف الثعابين وتقسيمها. هناك تاريخ طويل

[1] Caldwell MW, Nyam RL, Placi A and Apesteguía S 2015. The oldest known snakes from the Middle Jurassic-Lower Cretaceous provide insights on snake evolution. Nature Communications 6: 5996

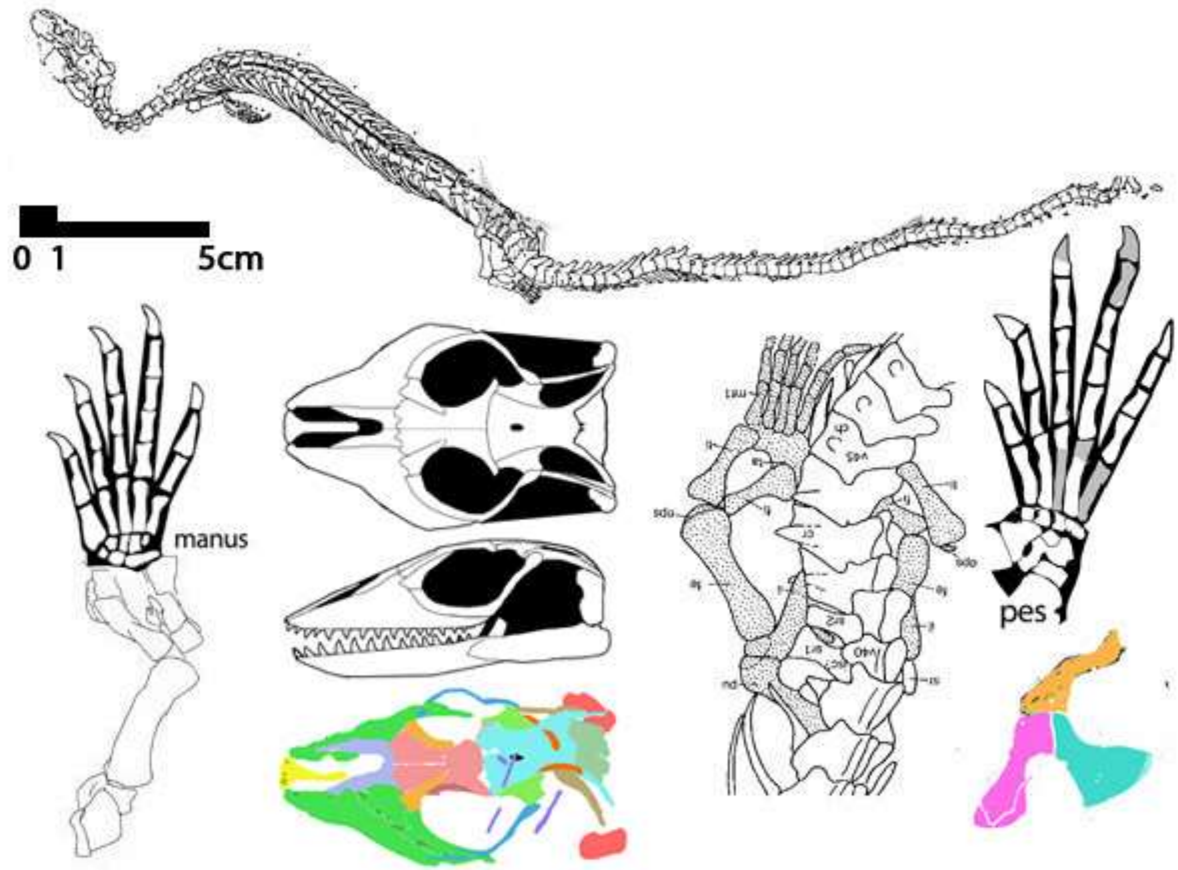
Conrad JL 2008. Phylogeny and systematics of Squamata (Reptilia) based on morphology. Bulletin of the American Museum of Natural History 310

من المحاولات لتصنيف الثعابين ضمن مجموعة الليبيدوصورات، وقد تباينت هذه المحاولات بشكل كبير، حيث اختلف كل منها في شجرة التصنيف وفرضيات أصل الثعابين. والآن، وفقًا لشجرة الزواحف الكبيرة، فإن السلف المشترك الأخير للثعابين التقليدية، مرورًا بـ Eichstaettisaurus و Ardeosaurus، هو Tchingisaurus. لذا، تُعدّ الثعابين بالفعل مجموعة تصنيفية قديمة، يُرجّح أنها تعود إلى العصر الترياسي، ويعود نسبها إلى العصر البرمي الأوسط. تجدر الإشارة إلى أن Ascendonanus ينتمي إلى مجموعة iguanids ، وقد عاش في العصر البرمي المبكر، وهو أقدم عينة من الحرشفيات في هذه المجموعة، وكان أكثر تطورًا من السلف المشترك الأخير للسحالي، والوزغات، والورل، والثعابين، والهيلوديرماتيدات. يجد هذا التصنيف دعماً أيضاً في تصنيفات سابقة لكونراد Conrad (2008) التي صنّفت أسلاف الثعابين، Ardeosaurus و Eichstaettisaurus، مبدئياً مع الوزغ. وفي شجرة الزواحف الكبيرة، أصبحت هذه الأنواع أقرب إلى الوزغ منها إلى الورليات.



عُثر على عظام الفك العلوي لعدة ثعابين من العصر الجوراسي Jurassic الأوسط والمتأخر، اكتشفها كالدول Caldwell وآخرون عام 2015، بما في ذلك Parviraptor, Diabolosphis and Portualophis. وقد قورنت هذه العظام بـ Lanthanotus، وهو سلف حيّ ذو أطراف للثعابين الحفارة، مثل Cylindrophis. كما عُرضت أيضًا عظام Eichstaettisaurus، وهو سلف من فصيلة الورليات ذو أطراف للثعابين الأرضية، إلى جانب جماجم Adriosaurus ، وهو سلف للثعابين ذو أطراف طويلة، و Pachyrhachis ، وهو ثعبان من العصر الطباشيري المتأخر ذو أطراف خلفية ضامرة وبدون أطراف أمامية أو حزام صدري.

الأدريوصور Adriosaurus هو سلفٌ للثعابين[1]، يتميز بجسمه الطويل المتموج وأطرافه الصغيرة. واليوم، عينة جديدة، SMNH 2158 (كالدول وبالسي 2010)، والتي من الواضح أنها لم تحتفظ باليد، ولكنها في الواقع احتفظت بها. وقد تم استخراج العظام باستخدام تقنية الفصل الرقمي للصور (DGS).

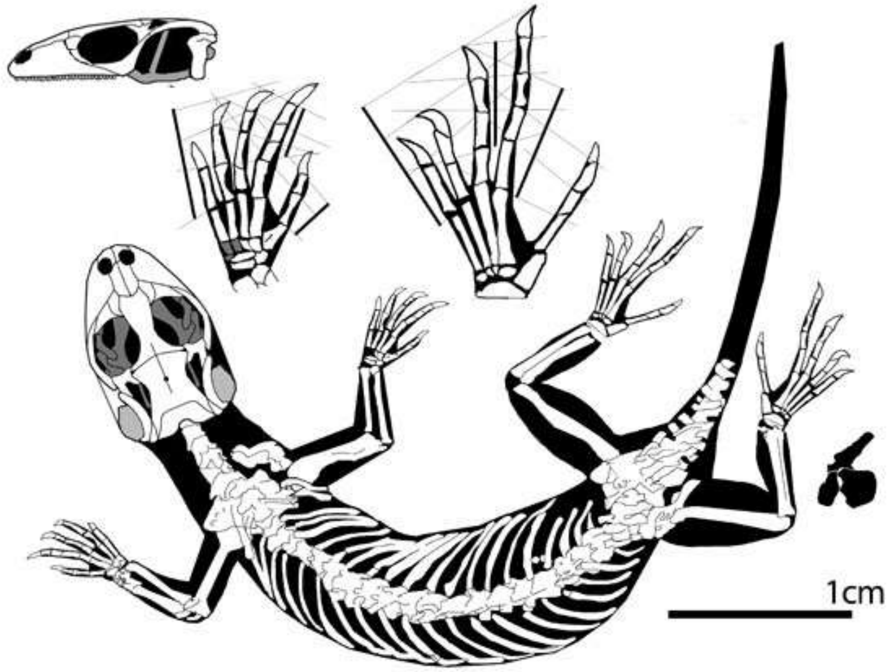


تم استخراج يد أدريوصور بواسطة DGS. تم إعادة بناء الأصابع الملونة هنا بخطوط بين السلاميات متوازية متصلة.

يتميز Eichstaettisaurus schroederi بشكل أكثر عمومية[2] (شكل بدائي). يمكن رؤية جزء من الحنك داخل الحجاج، وعناصره أكثر صلابة من تلك الموجودة في Eichstaettisaurus gouldi.

1) Caldwell MW and Palci A 2010. A new species of marine ophidiomorph lizard, Adriosaurus skrbinensis, from the upper Cretaceous of Slovenia. Journal of Vertebrate Paleontology 30:747-755

2) Evans SE, Raia P and Barbera C 2004. New lizards and rhynchocephalians from the Lower Cretaceous of southern Italy. Acta Palaeontologica Polonica 49:393-408

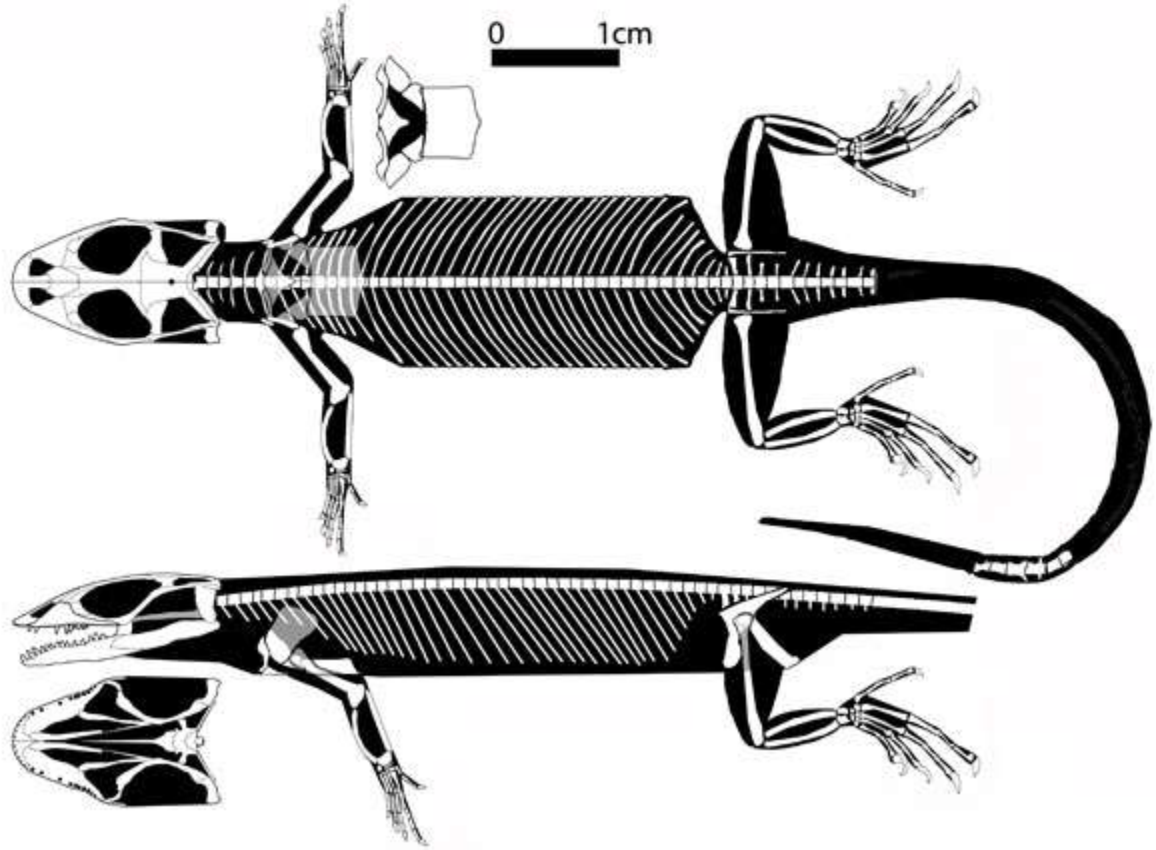


Eichstaettisaurus schroederi قبل عام 2004، كانت العينة الوحيدة المعروفة من هذا الجنس. تفتقر هذه العينة إلى عظام الرسغ القريبة، كما هو الحال في جنس Adriosaurus.

تُظهر إعادة بناء E. gouldi صحة تفسيرات DGS، حيث تتطابق جميع الأجزاء ميكانيكيًا وتطوريًا. انظر إلى Varanus وArdeosaurus وAdriosaurus وPachyrhachis للمقارنة التطورية. بالتالي، تُمثل جميع الأجزاء أشكالًا انتقالية بين الورليات والثعابين القاعدية. حتى أن التقوس الأمامي لعظم الكعبرة موجود في Adriosaurus.

إيشتاتيوسورس غولدي. تصنيف انتقالي في سلالة الثعابين البرية. هنا، أُضيفت جميع الأجزاء المذكورة أعلاه إلى إعادة بناء لضمان التوافق، ميكانيكيًا وتطوريًا. يُفترض أن يكون للكتف امتداد ظهري لين، كما هو الحال في الورل. الأضلاع أنحف مما يُشير إليه التصنيف التطوري، والعظم الغرابي مثلث الشكل، وهي السمات الفريدة

الوحيدة التي وجدتها حتى الآن. لست متأكدًا من وجود النتوءات العصبية لأنها مدفونة في المادة الأساسية.

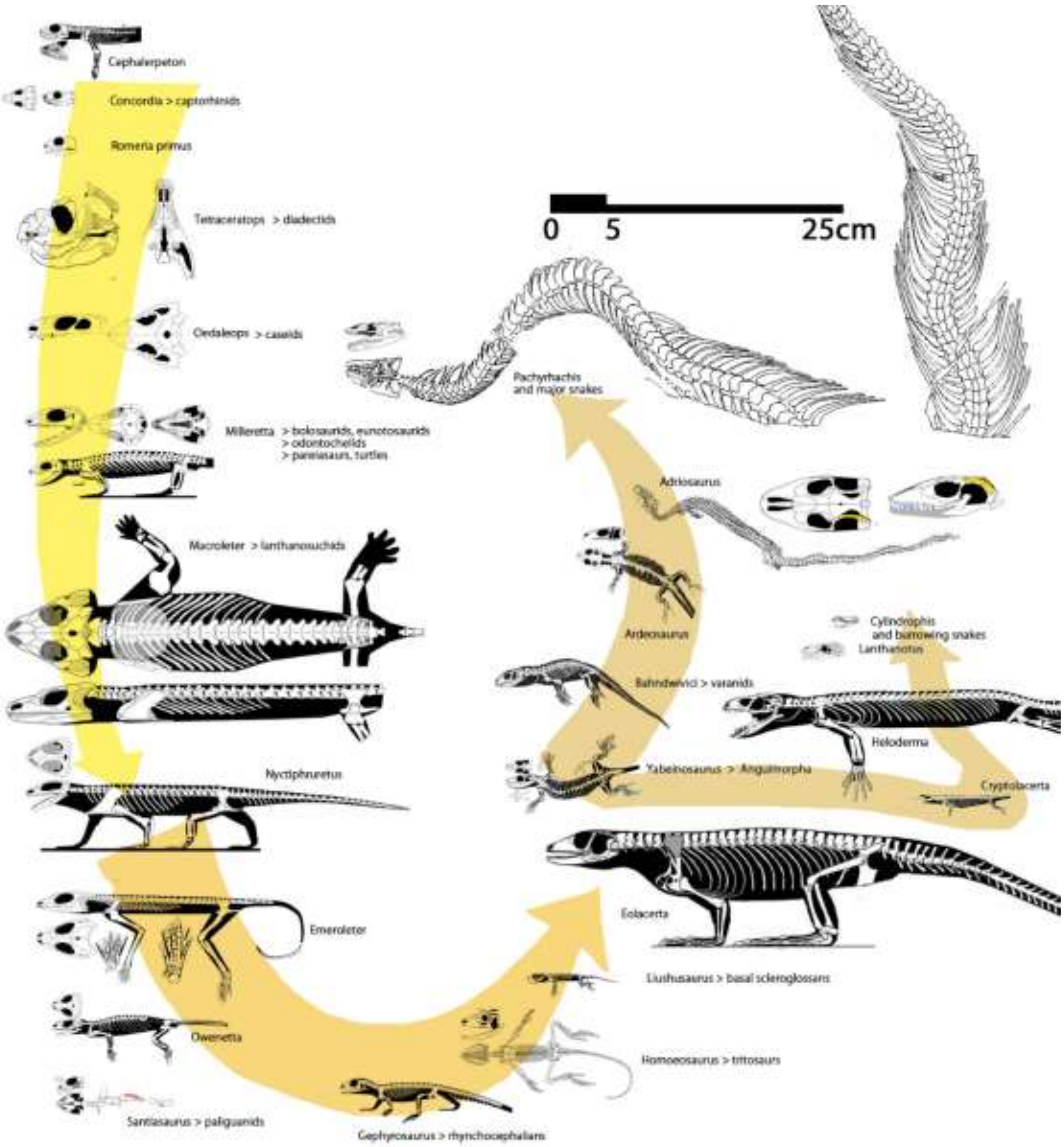


Eichstaettisaurus gouldi تصنيف انتقالي في سلالة الثعابين البرية. هنا، أُضيفت جميع الأجزاء المذكورة أعلاه إلى إعادة بناء لضمان التوافق، ميكانيكيًا وتطوريًا. يُفترض أن يكون للكتف امتداد ظهري لين، كما هو الحال في الورل. الأضلاع أنحف مما يُشير إليه التصنيف التطوري، والعظم الغرابي مثلث الشكل، وهي السمات الفريدة الوحيدة التي وجدتها حتى الآن. لست متأكدًا من وجود النتوءات العصبية لأنها مدفونة في المادة الأساسية.

كتب أبيستغيا Apestguia وغاربيروغليو Garberoglio: "لا بويتريرا La Buitrera موقع أحفوري في شمال باتاغونيا Patagonia الأرجنتين[1]. يحفظ هياكل عظمية رائعة صغيرة إلى متوسطة الحجم على غرار صحراء غوبي Gobi ، لكنها تُظهر تعرضًا للهواء، والتغذي على الجيف، والتحلل، وانفصالًا سطحيًا. عادةً ما تكون الهياكل العظمية محددة جيدًا ومنفصلة بوضوح عن بعضها البعض. توجد أيضًا رواسب متأخرة، ولكن نتيجة لانفصال هياكل عظمية كاملة. Najash rionegrina هو الثعبان الوحيد الموجود في هذا الموقع. وضع النهج التطوري هذا النوع على أنه الثعبان الأقدم، مما أدخله في النقاش الكبير حول أصول الثعابين. تم وصف النوع في المقام الأول بناءً على عينة واحدة تتكون من تسلسل فقري كامل إلى حد كبير من 122 فقرة من المحور إلى

[1] Apesteguía S and Zaher H 2006. A Cretaceous terrestrial snake with robust hindlimbs and a sacrum. Nature 440: 1037-1040

الذيل، بما في ذلك الحوض والأطراف والفك السفلي. كما هو شائع في أسلوب لا بويتريرا، كانت هذه العينة متصلة إلى حد كبير باستثناء بعض الفقرات المزاحة (المعزولة داخل الغلاف)، والفك السفلي على بعد بضعة ملليمترات أمام المحور، والشظية على بُعد أقل من سنتيمتر واحد من الظنبوب. اقترحت دراسة حديثة تناولت موقع نجاش استبعاد هذه العناصر لعدم وجود اتصال تشريحي بينها. نرفض هذا الرأي. يُعدّ الاتصال التشريحي الكامل نادرًا في علم الحفريات الفقارية. أما بالنسبة للعناصر الأخرى، التي عُثر عليها معزولة وعلى بُعد حوالي 3 كيلومترات (أي جمجمة جزئية معزولة، وعظم مربع، وفك سفلي إضافي، وعدة فقرات)، والمُدرجة ضمن المواد المرجعية، فإن الجدل حولها مفهوم. أسفرت زيارة حديثة للموقع عن العثور على عينتين إضافيتين، كلتاهما مزودة بجمجمة وتحمل فقرات لا يمكن تمييزها عن تلك الموصوفة للنموذج الأصلي. إحداهما تحمل جمجمة غير مكتملة محفوظة بشكل مطابق تقريبًا للجمجمة المنشورة. أما الجمجمة الثانية، على الرغم من أنها لا تزال غير مُجهزة، فتُظهر مظهرًا عامًا anilioid وتحتفظ بعظم الفك العلوي، وعظم الأنف، وعظم الميكعة، وعظم ما قبل الجبهة، وعظم الجبهة، وعظم الفك العلوي، وعظم الوجنة، وعظم ما بعد الجبهة (كلاهما مُتمايز بوضوح)، وعظم الجناح الخارجي. تتضمن العظام الجدارية، والعظمة الأمامية، والعظمة القذالية الأذنية، والعظمة فوق القذالية، والعظمة فوق الصدغية، والعظمة المربعة. أما الفك السفلي فيتضمن عظمة مركبة، وعظمة زاوية، وعظمة سفلية بها ثقبتان. تُسهم هذه العينة الجديدة إسهامًا كبيرًا في جعل ثعبان Najash rionegrina أحد أشهر الثعابين القاعدية.



أصل الثعابين - وفقًا للحجم - يعود إلى أقدم الزواحف، Cephalerpeton. على مرّ التاريخ، كانت العديد من هذه التصنيفات أساسية لسلالات جديدة. الأشكال الأساسية، التي لا يزال الكثير منها مجهولًا، صغيرة الحجم وتشبه السحالي.

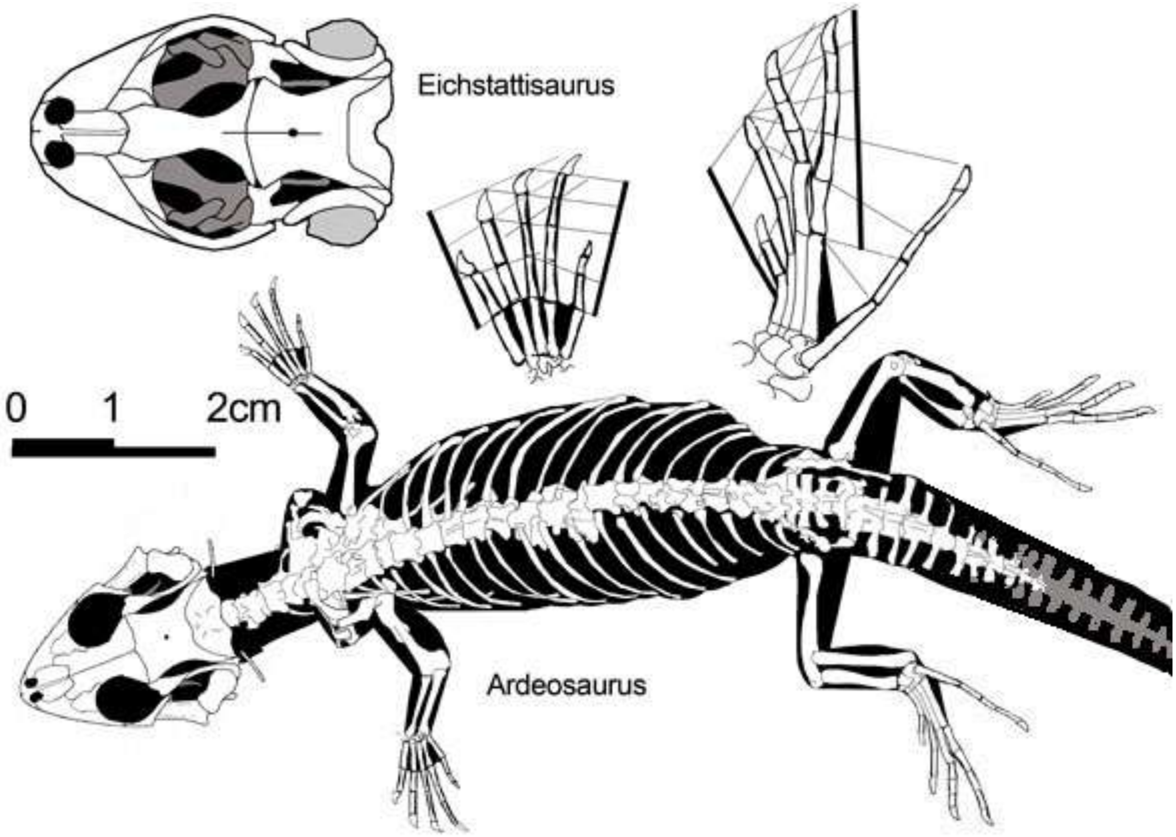
كان Eichstaettisaurus وشقيقته Ardeosaurus نوعين من السحالي الصغيرة التي عُثر عليها في أحجار جيرية في سولنهوفن Solnhofen تعود إلى أواخر العصر الجوراسي[1]، أي قبل حوالي 150 مليون سنة. في البداية، اعتُبر

[1] (Mateer NJ 1982. Osteology of the Jurassic Lizard Ardeosaurus brevipes (Meyer). Palaeontology 25(3):461-469
Meyer H von 1860. Zur Fauna der Vorwelt. Reptilien aus dem lithographischen Schiefer des Jura in Deutschland mit Franchreich. Frankfurt-am-Main

هذان النوعان من السحالي البدائية، أي من أقارب الوزغة الحية Gekko. لم يُولَ أيٌّ منهما اهتمامًا كبيرًا. عادةً ما تُحفظ كلتاهما كاملةً ومفصلية، وأحيانًا مع بعض الحراشف والأنسجة الرخوة المحفوظة.

بعد دراسة خصائص كلتا السحليتين، فوجئتُ بأنهما لا تُصنَّفان ضمن مجموعة Gekko ، بل ضمن مجموعة Adriosaurus ، وهي سحلية طويلة جدًا ذات أطراف صغيرة وعنق طويل، و Pachyrhachis ، وهي ثعبان بدائي ذو أطراف خلفية صغيرة. هذا التصنيف، الذي يعود إلى أسلاف الثعابين، أغفلته الدراسات السابقة إلى حد كبير. العلاقة بينهما ليست واضحة للوهلة الأولى.

تشمل الصفات المشتركة بين أفراد هذه المجموعة مع Adriosaurus و Pachyrhachis شكل محجر العين، وشكل العظم المربعي، والتحام العظم فوق القذالي، وتقارب الصدغين، وشكل العظم الجناحي الخارجي، وغياب النتوء المفصلي الخلفي، وتكوين مشط القدم، بالإضافة إلى عشرات الصفات الأخرى المشتركة مع مجموعات أكبر، ومن خلال التقارب مع مجموعات زواحف أخرى.



Eichstattisaurus و Ardeosaurus. نوعان من السحالي الجوراسية من سلالة الثعابين

الأدلة على وجود ثعابين لها أجنحة

ذكر العهد القديم إشارة وجود حيات تستطيع الطيران في عدة مواضع :

" فَأَرْسَلَ الرَّبُّ عَلَى الشَّعْبِ الْحَيَّاتِ الْمُحْرِقَةَ، فَلَدَغَتِ الشَّعْبَ، فَمَاتَ قَوْمٌ كَثِيرُونَ مِنْ إِسْرَائِيلَ" عدد 6:21

" لاَ تَفْرَحِي يَا جَمِيعَ فِلِسْطِينَ، لأَنَّ الْقَضِيبَ الضَّارِبَكِ انْكَسَرَ، فَإِنَّهُ مِنْ أَصْلِ الْحَيَّةِ يَخْرُجُ أُفْعُوانٌ، وَثَمَرَتُهُ تَكُونُ ثُعْبَانًا مُسِمًّا طَيَّارًا" اشعياء 29:14

" وَحْيٌ مِنْ جِهَةِ بَهَائِمِ الْجَنُوبِ: فِي أَرْضِ شِدَّةٍ وَضِيقَةٍ، مِنْهَا اللَّبْوَةُ وَالأَسَدُ، الأَفْعَى وَالثُّعْبَانُ السَّامُّ الطَّيَّارُ، يَحْمِلُونَ عَلَى أَكْتَافِ الْحَمِيرِ ثَرْوَتَهُمْ، وَعَلَى أَسْنِمَةِ الْجِمَالِ كُنُوزَهُمْ، إِلَى شَعْبٍ لاَ يَنْفَعُ" اشعياء 6:30

وردت عبارة "שָׂרָף מְעוֹפֵף" مرتين فقط في العهد القديم. وفي كلتا الحالتين في سفر إشعياء، يبقى التفسير الحالي، الذي يشير إلى وجود مخلوقات شبه أسطورية، موضع تساؤل. ففي إشعياء 14: 29، تُعدّ "الحية الطائرة النارية" جزءًا من وصف العقاب الذي سيحلّ بالفلسطينيين. ويُقال إن "الحية الطائرة" هي نسل أفعى (צֶפַע)، وهي، مع أن الكلمة وردت هنا فقط، ليست نوعًا غريبًا من الثعابين. أما في إشعياء 30: 6، فقد ذُكرت عبارة "שרף מעופף" بعد كلمة "אֶפְעֶה".

في الترجمة السبعينية، وهي الترجمة اليونانية القديمة للكتاب المقدس العبري التي يعود تاريخها إلى القرنين الثالث والثاني قبل الميلاد، تُرجمت عبارة "saraf me'ofef" من إشعياء 14:29 إلى "ὄφεις πετόμενοι"، والتي تُترجم إلى "ثعابين طائرة". يُبرز هذا التفسير قدرة المخلوق على الحركة في الهواء، ويربطه مفهوميًا بالسرافيم الموصوفين في إشعياء 6:2 ككائنات مجنحة تُرافق العرش الإلهي، مما يُشير إلى وجود جسر تفسيري مبكر بين صور الثعابين والكائنات السماوية.

الظرف الوحيد الآخر الذي وردت فيه كلمة "ساراف" العبرية في الكتاب المقدس هو حادثة الأفاعي الشهيرة في سفر العدد 21 (والتي وردت أيضًا في سفر التثنية 8: 15). يقول العدد 6: "وأرسل الرب حيات سامة على الشعب، فلدغت الشعب، فمات كثير من بني إسرائيل". يثير التفسير التقليدي لمهاجمة الأفاعي السامة بعض الاعتراضات. أولًا، كيف يمكن "إرسال" الأفاعي؟ استُخدمت الكلمة العبرية نفسها التي تعني "أرسل" (شالاخ) عندما "أرسل" موسى الجواسيس لاستطلاع أرض كنعان (العدد 13: 2)، وعندما "أرسل" الله روحًا شريرة في

سفر القضاة 9: 23. الثعابين ليست كائنات المهاجرة أو المتنقلة، ولا تسافر عادةً في جماعات. فهي غير مهيأة لقطع مسافات طويلة. ومع ذلك، تشير اللغة إلى أنها كانت تسكن مكانًا آخر، وأن الله وجّهها إلى معسكر بني إسرائيل.

بينما تُشير الكلمة العبرية "ناحاش" بوضوح إلى الثعابين الشائعة، فقد خلص هؤلاء المفسرون إلى أن الكلمة المركبة "سارافيم ناحاشم" يجب ترجمتها إلى "ثعابين طائرة نارية". ويبدو أن الساراف كان مخلوقًا زاحفًا يشبه الثعبان، يتميز عن الثعابين الشائعة بقدرته على الطيران. ورغم أننا لا أستطيع الجزم بأن الساراف ليس نوعًا غير معروف لدينا، سواء في الحيوانات المتحجرة أو الحية، إلا أنه يعتقد أن تصنيفه كتيروصور هو الأكثر منطقية. في الواقع يبدو هذا التفسير مناسبًا تمامًا للسياق. كان بإمكان هذه الثعابين الطائرة، أو التيروصورات، مهاجمة بني إسرائيل والتغلب عليهم من الجو. يجمع الثعبان المجنح بين مظهر الثعبان والقدرة الفائقة على الطيران في حيوان فريد. علاوة على ذلك، فإنّ التيروصور الممدود على العمود كان سيشكل صليبًا مثاليًا!

يوجد نصٌّ آخر في الكتاب المقدس يستخدم كلمة عبرية مطابقة تقريبًا. يذكر سفر أخبار الأيام الأول 4: 22 حاكمًا يهوديًا لمنطقة موآب يُدعى ساراف. لا يسعنا إلا التكهن بسبب تسميته بهذا الاسم، لكن المنطقة التي حكمها جنوب شرق إسرائيل (على حدود أدوم) كانت قريبة جدًا من المنطقة التي واجه فيها بنو إسرائيل الحيات في البرية.

توجد بعض الأدلة التاريخية والأثرية التي تدعم تفسير التيروصورات. تجدر الإشارة إلى أن مملكة فلسطين المذكورة في سفر إشعياء 30 تقع جغرافياً بين أرض إسرائيل ومصر. وهذه هي المنطقة نفسها التي وردت منها التقارير القديمة عن التيروصورات. وقد ذكر العديد من المؤرخين زواحف طائرة صغيرة في الجزيرة العربية ومصر، وتحدثوا عن فتك سمومها، ووصفوا طائر أبو منجل، وهو المفترس الرئيسي لها[1].

فقد كتب هيرودت[2]: *«هناك مكان في الجزيرة العربية، يقع بالقرب من مدينة بوتو، ذهبت إليه عندما سمعت عن بعض الثعابين المجنحة؛ وعندما وصلت إلى هناك، رأيت عظامًا وأشواكًا للثعابين، بكميات يصعب وصفها: ... يُروى أنه في بداية الربيع، تطير الثعابين المجنحة من الجزيرة العربية باتجاه مصر؛ لكن طيور أبو منجل،*

[1] Epstein, P.S. 1973. Monsters: their histories, homes, and habits. Doubleday, Garden City, NY, P. 43 (

[2] Herodotus, 1850, Book II, LXXV (

وهي نوع من الطيور، تستقبلها عند الممر، ولا تدعها تمر، بل تقتلها: ... شكل الثعبان يشبه شكل ثعبان الماء؛ لكن له أجنحة بلا ريش، تشبه إلى حد كبير أجنحة الخفاش».

في المجلد الثالث يروي هيرودوت[1] كيف كان من الممكن العثور على هذه الحيوانات أحيانًا في بساتين التوابل العربية. ويصف حجمها ولونها وتكاثرها. ويبدو أن الثعابين الطائرة كانت مشهورة بتعلقها بأشجار اللبان. فعندما كان العمال يرغبون في جمع بخور الشجرة، كانوا يستخدمون الدخان الكريه لطرد هذه الزواحف الطائرة: "ثم إن الجزيرة العربية هي أبعد الأراضي المأهولة باتجاه الظهيرة، وفيها وحدها من بين جميع الأراضي تنمو اللبان والمر والقرفة الصينية والقرفة والمستكة. وكل هذه النباتات، باستثناء المر، يحصل عليها العرب بصعوبة. أما اللبان فيجمعونه بحرق شجرة الستوراكس، التي كان الفينيقيون يجلبونها من الجزيرة العربية إلى الإغريق، وذلك بحرقها، كما أقول، لإنتاج الدخان؛ لأن هذه الأشجار التي تنتج اللبان تحرسها ثعابين مجنحة، صغيرة الحجم ومتعددة الألوان، تراقب بأعداد كبيرة حول كل شجرة، من نفس النوع الذي يحاول غزو مصر: ولا يمكن طردها من الأشجار إلا بدخان الستوراكس."

" يقول العرب أيضًا إن العالم بأسره كان سيمتلئ بهذه الأفاعي لولا ما حدث لها مما حدث للأفاعي السامة. ويبدو أن العناية الإلهية، كما كان متوقعًا بحكمتها، قد جعلت جميع الحيوانات الجبانة الصالحة للأكل غزيرة التكاثر، حتى لا تُفترس جميعها وينقرض نسلها، بينما جعلت الحيوانات الجريئة والضارة قليلة النسل. فعلى سبيل المثال، الأرنب البري يُصطاد من قِبل جميع الحيوانات والطيور، وكذلك من قِبل الإنسان، ولذلك فهو غزير التكاثر. وهو الحيوان الوحيد من بين جميع الحيوانات الذي يحمل مرة أخرى قبل ولادة صغاره، ويكون في رحمها بعض صغارها مغطى بالفراء والبعض الآخر عارٍ. وبينما يتشكل جنين في الرحم، يُخلق جنين آخر. وهكذا هو الحال في هذه الحالة. بينما اللبؤة، وهي أقوى المخلوقات وأكثرها شجاعة، تلد شبلاً واحداً فقط في حياتها؛ لأنها عندما تلد صغيراً تطرد رحمها مع صغيرها؛ والسبب في ذلك هو: عندما يكون الشبل داخل أمه ويبدأ في الحركة، فإنه بمخالبه الحادة التي تفوق مخالب أي حيوان آخر، يمزق الرحم، وكلما كبر ازداد خدشه: وأخيراً يقترب وقت الولادة ولا يبقى شيء منه سليماً."

"كذلك، لو أن الأفاعي والثعابين المجنحة في الجزيرة العربية وُجدت وفقًا لطبيعتها الطبيعية، لما استطاع الإنسان العيش على الأرض؛ ولكن كما هو الحال، عندما تتزاوج هذه الأفاعي ويكون الذكر في طور التبويض،

---

[1]) Herodotus, 1850, Book III, CVII, CVIII, CIX

فعندما يُطلق المني، تُمسك الأنثى برقبته، ولا تُرخي قبضتها عليه حتى تبتلعه بالكامل. ثم يموت الذكر بالطريقة التي ذكرتها، لكن الأنثى تدفع ثمن موته على النحو التالي: إذ تنتقم الصغار، وهي لا تزال في الرحم، لأبيها بالتهام أمها، وبعد أن تبتلع بطنها، تخرج من رحمها. أما الثعابين الأخرى، غير المؤذية للإنسان، فتضع بيضًا يفقس منه عدد كبير جدًا من الصغار. تنتشر الأفاعي في جميع أنحاء الأرض؛ أما الثعابين المجنحة الأخرى، فتوجد بأعداد كبيرة في الجزيرة العربية دون غيرها من البلدان؛ ولذلك تبدو كثيرة العدد."

يوسيفوس[1] المؤرخ اليهودى يُعدّ سرده بالغ الوضوح. يروي فيه قصة موسى وهو يقود الجيش المصري ضد النوبة: *" ...لكن موسى استبق الأعداء، وقاد جيشه قبل أن يعلموا بهجومه؛ إذ لم يسلك النهر، بل البر، حيث أظهر براعةً فائقة؛ فعندما صعّبت الأرض عبورها لكثرة الأفاعي (التي تنتجها بأعداد هائلة، وهي فريدة من نوعها في بعض أنواعها التي لا توجد في بلدان أخرى، ومع ذلك فهي أشدّ فتكًا وضراوةً من غيرها، ولها بصر حادّ، بعضها يخرج من الأرض دون أن يُرى، وبعضها الآخر يطير في الهواء، فينقضّ على الرجال فجأةً ويؤذيهم)، ابتكر موسى حيلةً بارعةً لحماية الجيش من الأذى؛ فقد صنع سلالًا من السعد، تشبه التوابيت، وملأها بالأيائل، وحملها معه. أي حيوان هو العدو الأكبر للثعابين التي يمكن تخيلها، لأنها تهرب منها عندما تقترب منها؛ وأثناء هروبها يتم الإمساك بها والتهامها من قبلها، كما لو كانت تفعلها الأيائل".*

الكلمات اليونانية ذات الصلة التي استخدمها يوسيفوس في هذه الرواية هي ἑρπετῶν أو "erpetón"، والتي تعني "زاحف"، وὄφεων أو "ophis"، والتي تعني "ثعابين". وقد استخدم هيرودوت نفس الكلمات في تاريخه عند وصف الثغابين الطائرة، وكذلك يوحنا الانجيلى استخدم نفس الكلمة اليونانية العامة نفسها في إنجيل يوحنا 3. كما استخدم بولس الصيغة نفسها في رسالته الأولى إلى أهل كورنثوس 9:10 لوصف الثعابين المهاجمة في البرية. وهي نفسها أيضًا في ترجمة السبعينية لرواية البرية (ophis أو ophesi بصيغتها المذكرة، في حالة النصب، والجمع). ولأن هذه هي الكلمة اليونانية الشائعة للثعابين، فربما لم تكن هناك كلمة يونانية خاصة بالتيروصور مثل الكلمة العبرية "saraph". وبدلًا من ذلك، لجأ المؤلفون اليونانيون إلى عبارة "الثعبان الطائر" كوسيلة لتمييز المخلوق الزاحف المجنح.

[1] Josephus, Flavius, Book II, Chapter X, as translated by Whiston, 1960, p.58 (

وأيضاً يذكر بليني : *"كان المصريون يستغيثون بطائر أبو منجل ضد غارات الأفاعي؛ وكان أهل إليس Elis يستغيثون بإلههم مياغروس Myiagros عندما تجلب أسراب الذباب الهائلة الأوبئة بينهم..."* [1].

يروي الملك الآشوري أسرحدون كيف زحف جنوبًا إلى الصحراء "حيث تغطي الأفاعي والعقارب السهل كالنمل"[2]. وكذلك وسجل رؤيته لأفاعي صفراء قادرة على الطيران أثناء زحفه لمحاربة تيرهاكا Tirhaka ، ملك مصر والنوبة[3].

وفي حوليات سنحاريب:" *قطعتُ مسافة ثلاثين ميلاً مزدوجاً من أفيق، الواقعة في منطقة أرض سامنا، إلى رفح، على حدود «نهر مصر»، حيث لا نهر، وسقيت جنودي بماء البئر عن طريق جره بالحبال والسلاسل والعصي. وبناءً على أمر آشور، سيدي، وضعتُ خطة، واستشرتُه. استدعيتُ جمالاً من جميع ملوك العرب وحملتها بالجلود. قطعتُ مسافة ثلاثين ميلاً مزدوجاً، أي خمسة عشر يوماً، عبر كثبان رملية شاسعة. ثم قطعتُ أربعة أميال مزدوجة حاملاً الشبّ. وقطعتُ أربعة أميال مزدوجة، أي يومين، ودستُ خلالها أفاعي ذات رأسين، كانت تعني الموت، ثم واصلتُ المسير. ثم قطعتُ أربعة أميال مزدوجة، أي يومين، مع أفاعي صفراء باسطة أجنحتها. أربعة أميال مزدوجة، على مدى يومين [...] خمسة عشر ميلاً مزدوجاً من الأرض، على مدى ثمانية أيام، سرتُ [...]]. جاء مردوخ، الرب العظيم، لنجدتي [...]]، فأعاد الحيوية إلى جنودي. عشرون يوماً، سبعة [...]] على حدود مصر، قضيتُ راحتي المسائية [...]].* "

حفريات الثعابين التي لها أجنحة

يصف علماء الحفريات أحفورة من فصيلة ويجلتيصوريد[4] Weigeltisaurus عمرها 255 مليون عام، يُرجح أنها كانت تحلق في الهواء بمساعدة أغشية واسعة تشبه الأجنحة. منذ العصور الوسطى، استخرج البشر رواسب غنية من الصخر الزيتي تمتد عبر أوروبا بحثًا عن النحاس والزنك والفضة، بالإضافة إلى الحفريات. في عام

---

1) Pliny the Elder. Natural history, book X: The natural history of birds. 1855. Edited and translated by John Bostock, M.D., F.R.S., H.T. Riley, Esq., B.A. Taylor & Francis, London, UK, P 933

2) Luckenbill, D.D. 1989. Ancient records of Assyria and Babylon II, P 556

3) Borger, R. 1956. Die Inschriften Asarhaddon's königs von Assyrien, P 90

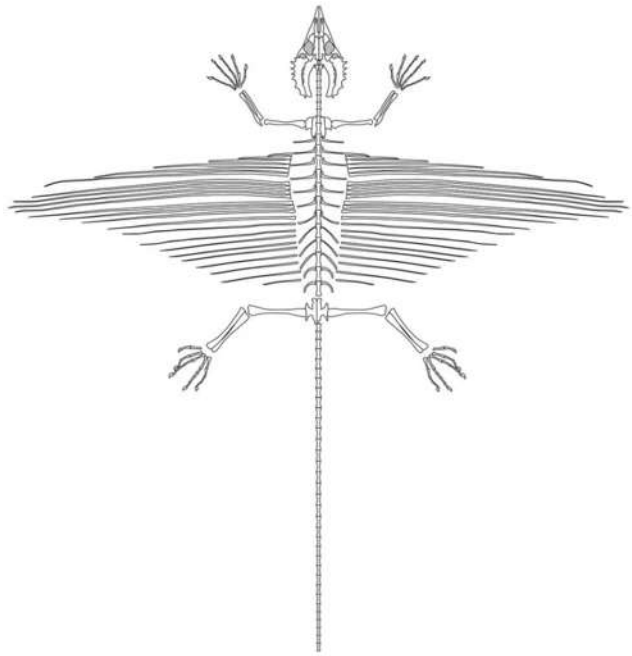
4) https://www.smithsonianmag.com/blogs/national-museum-of-natural-history/2021/10/13/the-oldest-airborne-animal-was-a-reptile-with-weird-wings/

1992، استخرج جامع حفريات في شرق ألمانيا هيكلًا عظميًا غريبًا من مخلفات التعدين في هذه الطبقة الصخرية. كان للهيكل تاج مدبب من القرون، وأطراف نحيلة، وقضبان غريبة تمتد من صدره.

يقول آدم بريتشارد، مساعد أمين قسم الحفريات في متحف فرجينيا للتاريخ الطبيعي، وزميل ما بعد الدكتوراه السابق في متحف سميثسونيان الوطني للتاريخ الطبيعي: "هذه مجموعة عظام غريبة حقًا. لا يبدو أنها موجودة في أي حيوان فقاري آخر تقريبًا". اتضح أن الأحفورة تعود لزاحف قديم يُدعى Weigeltisaurus jaekeli، عاش قبل أكثر من 250 مليون سنة، أي قبل الديناصورات. وقد نشر بريتشارد وهانز-ديتر سويس، أمين قسم علم الحفريات الفقارية في المتحف، تحليلاً مفصلاً جديداً للعينة في المجلة العلمية PeerJ. ويفترض الباحثان أن هذا الحيوان، المعروف باسم Weigeltisaurid، استخدم تلك القضبان العظمية لدعم أغشية تشبه الأجنحة تُستخدم في الانزلاق، مما يجعله أقدم حيوان فقاري معروف قادر على الطيران.



من المرجح أن ديناصور Weigeltisaurus jaekeli استخدم أغشيته العريضة الشبيهة بالأجنحة للانزلاق من غصن إلى آخر في غابات العصر البرمي المتأخر. أعاد علماء الحفريات بناء تشريح هذا الزاحف في هذا الرسم لتوضيح نسب هيكله العظمي. (Pritchard et al. 2021)



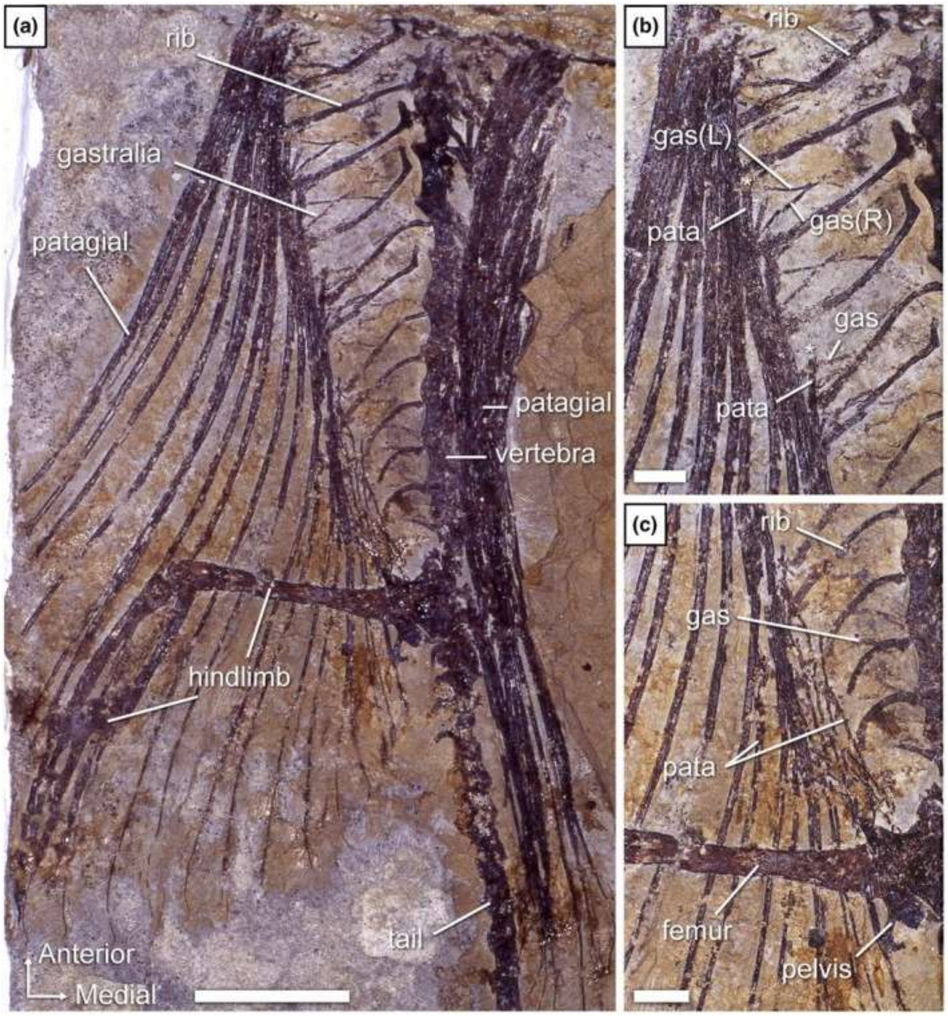
عثر باحث الأحافير على الهيكل العظمي الغريب بتقسيم قطع من الصخر الزيتي، مما أدى إلى كسر الأحفورة إلى لوحين. انتهى المطاف بأحد اللوحين في حوزة جامع خاص، ويُرجح أنه يحتوي على أجزاء من عظام الزاحف. أما اللوح الآخر، الذي احتوى على معظم الهيكل العظمي، فقد استقر في مجموعة متحف الدولة للتاريخ الطبيعي في كارلسروه، ألمانيا. حدد العلماء الأحفورة الموجودة في اللوح الثاني على أنها من نوع "ويغلتيسورس"، الذي وُصف لأول مرة من أحفورة أخرى عام 1930، إلا أن شكل جسم الزاحف ظل لغزًا محيرًا لعلماء الأحافير.

قال سويس Sues عن الأحفورة: "قلما نجد مثيلاً لها". وقد عُثر على عينات أخرى من نفس النوع في إنجلترا وروسيا ومدغشقر، لكن الأحفورة الموجودة في متحف كارلسروه Karlsruhe تُقدّم المثال الأكثر اكتمالاً لتشريح هذا الحيوان. وأضاف بريتشارد: "هذه الأحفورة هي التي تجمع كل شيء معًا بلا شك".

تُعدّ فصيلة Weigeltisauridae، التي عاشت في أواخر العصر البرمي[1]، أولى الزواحف المنزلقة في العالم، إلا أن الكثير لا يزال مجهولاً فيما يتعلق بتشريح جناحها (أو جناحيها)، الأمر الذي يُعقّد فهمنا لآلية انزلاقها وعلم الأحياء القديمة. في هذه الدراسة، فحصنا مورفولوجيا وبنية العظام والنسيج العظمي للهيكل الجناحي لـ Weigeltisauridae باستخدام مجموعة من تقنيات التصوير وعدة مقاطع رقيقة من هيكل جناح عينة من Weigeltisaurus من أواخر العصر البرمي في ألمانيا. أظهرنا أن الأجنحة والعظام البطنية تتشارك في مفصل واحد لواحد، وهو ما تسمح به البنية التشريحية المتخصصة الفريدة للعظام البطنية الجانبية. كما بيّنا، استنادًا إلى تشريح الهيكل العظمي وعلم الأنسجة والعلاقات العضلية الهيكلية المُستنتجة، أن الأجنحة على الأرجح عبارة عن تعظمات مُستحدثة، وبالتالي فهي ليست متماثلة تمامًا مع العظام البطنية. نقدم أول إعادة

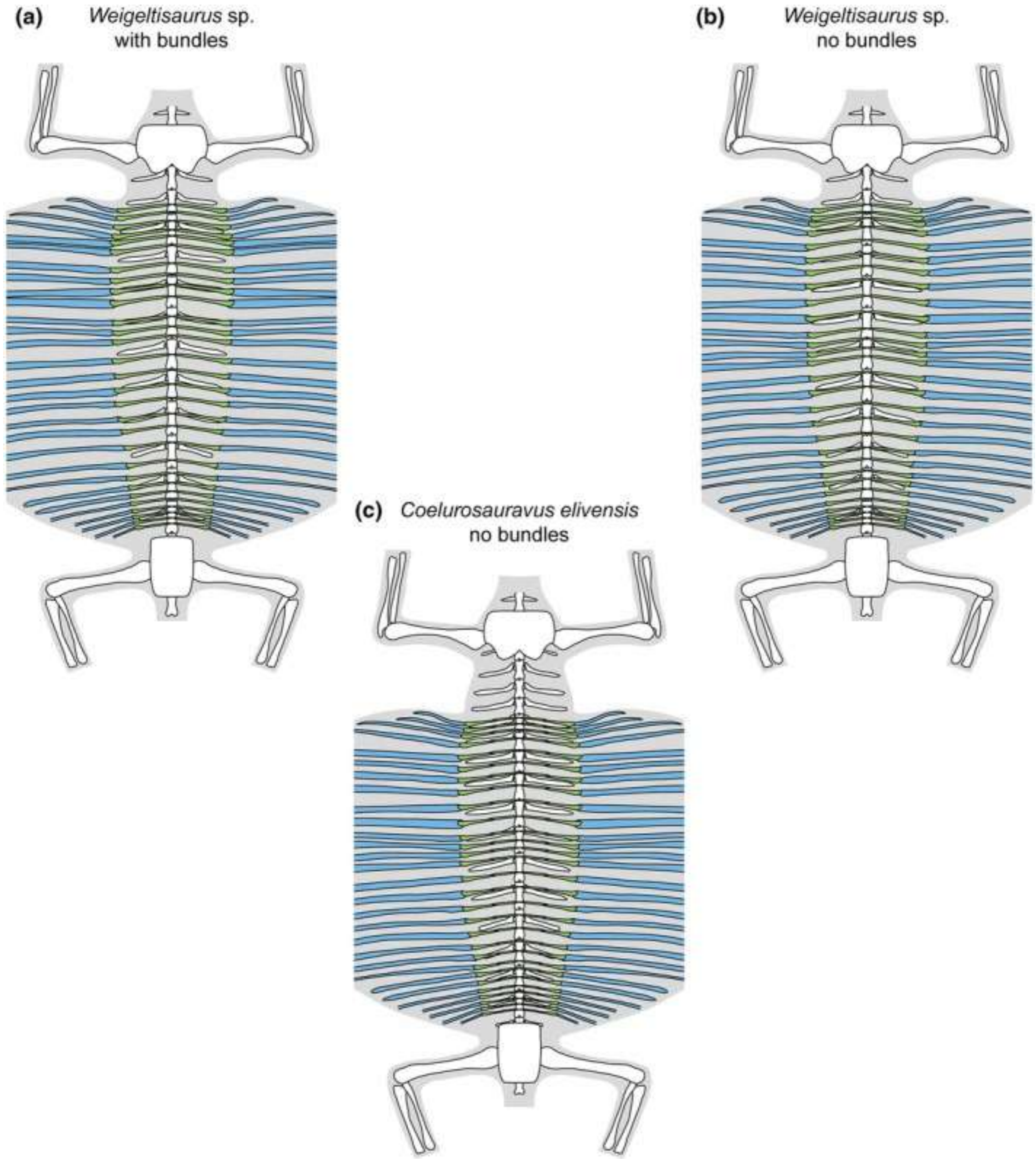
[1] Buffa, Valentin et al. "Morphology and osteo-histology of the weigeltisaurid wing: Implications for aerial locomotion in the world's first gliding reptiles." Journal of anatomy vol. 248,5 (2026): 843-872

بناء للتشريح العضلي الهيكلي لجناح سحلية ويجلتيصوريد، مما يشير إلى أن قاعدة العضلات الجناحية كانت على الأرجح مغروسة في مجموعة العضلات المائلة الخارجية. ومثلما هو الحال في سحلية دراكو الطائرة الحالية، ربما ساهمت هذه العضلات في فرد الغشاء الجناحي، الذي كان على الأرجح مدعومًا بتعليق المخالب اليدوية على الحافة الأمامية للغشاء. كان هذا من شأنه أن يوفر لسحلية ويجلتيصوريد وسيلة للحفاظ على الغشاء الجناحي ممتدًا وتحت ضغط أثناء الانزلاق، بالإضافة إلى قدر من التحكم في الزاوية الثنائية للجناح، مما يوفر وسيلة للتحكم في الثبات والقدرة على المناورة أثناء الطيران. ربما كان طي الجناح ممكنًا بفضل الروابط العضلية والوترية بين عناصر الهيكل العظمي للغشاء الجناحي، مما يولد توترًا مرنًا نحو حالة الطي، كما هو الحال في دراكو. أخيرًا، تُظهر المقاطع العرضية للأجنحة الجناحية توزيعًا قشريًا ثنائي النمط، حيث تكون القشرة أكثر سمكًا على طول المحور الطولي للمقطع العرضي مقارنةً بالمحور العرضي. وقد ساهم ذلك في جعل الأجنحة الجناحية صلبة، مما ساعد على الأرجح في منع انهيارها أثناء الانزلاق. يُمثل هذا العمل خطوةً حاسمةً نحو فهم بنية الجناح وآلية الانزلاق لدى الويجلتصوريات، مما يمهد الطريق لدراساتٍ مستقبليةٍ حول الشكل والوظيفة والميكانيكا الحيوية لحركة أولى الفقاريات الطائرة في العالم.



صور فوتوغرافية لمنطقة الجناح بأكملها (أ) ولقطات مقربة للأجزاء الأمامية (ب) والخلفية (ج) من سلة المعدة المحفوظة وقاعدة الأجنحة المرتبطة بها.

كما هو موضح في SMNK-PAL 2882 وMNHN.F.MAP327a، فإنّ الأغشية الجناحية عبارة عن قضبان طويلة ورفيعة تحافظ على عرض ثابت تقريبًا لثلثي طولها على الأقل قبل أن تتناقص تدريجيًا باتجاه الطرف. وتُظهر الأغشية الجناحية في هاتين العينتين، كما هي محفوظة، انحناءً محدبًا طفيفًا من الأمام عند خطها الأوسط يمتد تقريبًا على الثلث الأوسط من طولها. ويتوافق هذا جيدًا مع انحناء الأذرع الظاهرة في المنظر الظهري لعينة إيبيلتون. ويحافظ كل ذراع على عرض ثابت تقريبًا لثلثي طوله على الأقل قبل أن يتناقص تدريجيًا باتجاه الطرف. وكما هو موضح في SMNK-PAL 2882 وMNHN.F.MAP327a، فإنّ الأغشية الجناحية تزداد سماكة تدريجيًا، بينما تصبح الأغشية اللاحقة أرق تدريجيًا.

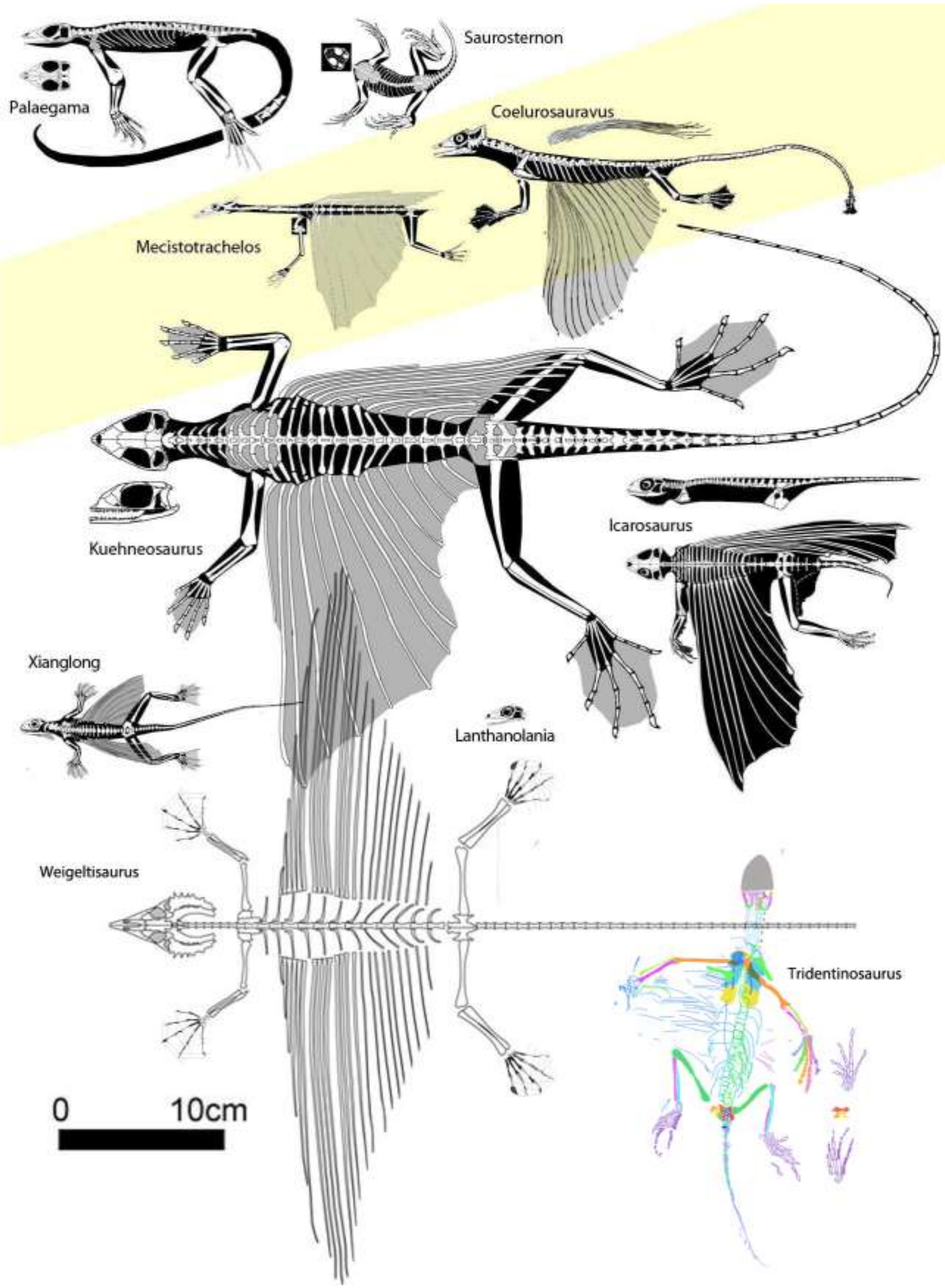


ديناصورات Weigeltisaurus وCoelurosauravus ، تُوفّر رؤىً جديدةً حول علم الأحياء القديمة لأولى رباعيات الأطراف المنزلقة في العالم. ويُوفّر استخدام التصوير المقطعي المحوسب والتصوير الطبقي، بالإضافة إلى تصوير تحويل الانعكاس، دليلاً مباشراً على التمفصل المباشر بين عظام الجناح وعظام البطن (gastralia) لدى ديناصورات ويجلتيسورس. يمتلك الطرف الجانبي لعظام البطن لدى هذه الديناصورات رأساً متضخماً ذا تجاويف مفصلية ضحلة تُطابق الرأس الإنسي لعظم الجناح المجاور. كما نُقدّم أدلةً تُشير إلى أن عظام الجناح وعظام البطن ليست متماثلةً تماماً، استناداً إلى التشريح الهيكلي وعلم الأنسجة، فضلاً عن العلاقات

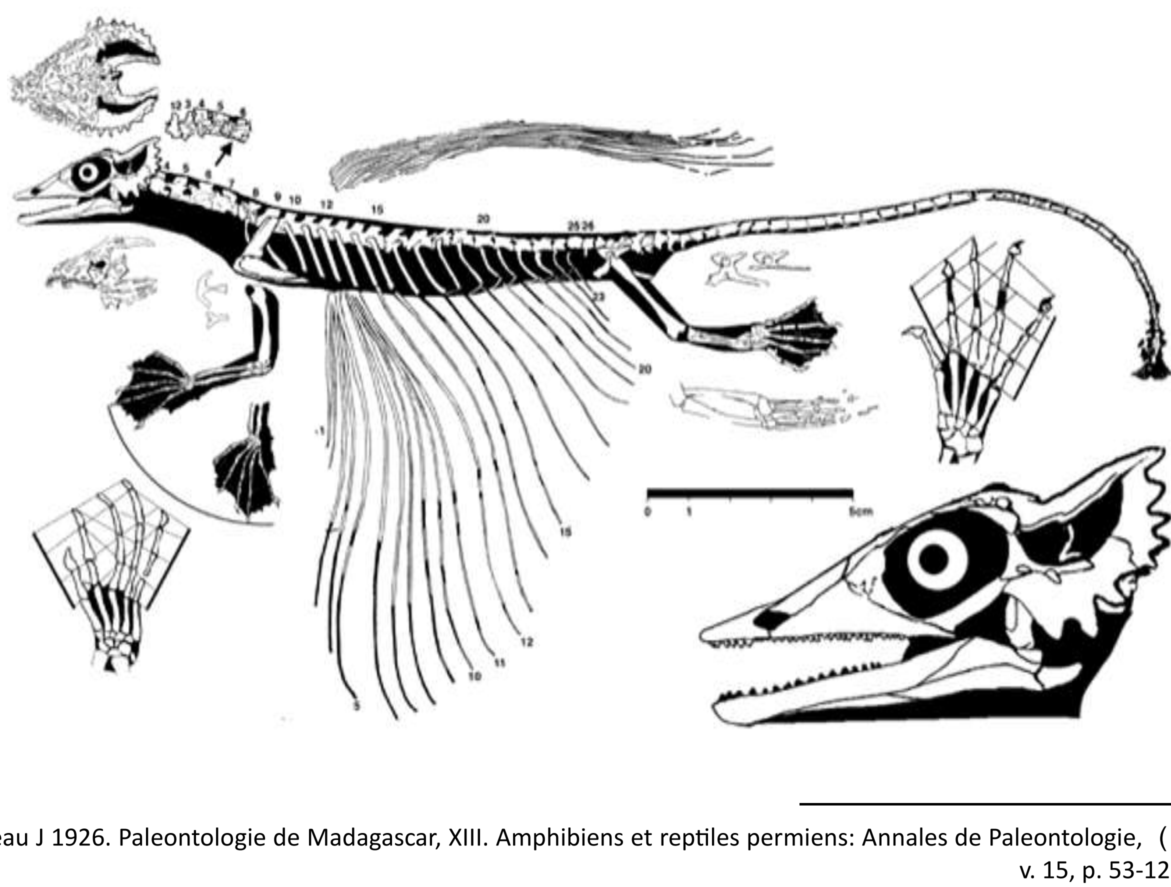
المُستنتجة بين الجهاز العضلي الهيكلي. وبالتالي، ندعم فكرة أن عظام الجناح هي أشكال مُستحدثة لا يوجد لها نظير معروف بين الفقاريات الحية أو المنقرضة. ومع ذلك، فمن المحتمل أن تشترك الأنسجة الجناحية في نفس الأصل المورفولوجي مثل الأنسجة المعدية، حيث تنشأ في النسيج المتوسط الرخو المجاور لجدار الجسم.

تُكمّل الزواحف البدائية المنزلقة من نوع lepidosaurs ، مثل Weigeltisaurus ، الغرض الأصلي للأغشية القابلة للتمدد[1]، وهو الزينة. في التصنيفات المُشتقة، انخفضت زخرفة الجمجمة. من الواضح أن الأغشية القابلة للتمدد كانت كافية، وتم تجاهل أي شيء آخر. يعود أصل شجرة الزواحف الكبيرة إلى Tridentinosaurus الذي عاش في أوائل العصر البرمي. يُعد Xianglong، الذي عاش في أوائل العصر الطباشيري، آخر عضو معروف من هذه المجموعة.

[1] Weigeltisaurus jaekeli (Weigelt 1930, Pritchard et al. 2021) Late Permiian is an obvious sister to Coelurosauravus in the LRT. It has fewer vertebrae, as in Miecistotrachelos and Icarosaurus


Palaegama
Saurosternon
Coelurosauravus
Mecistotrachelos
Kuehneosaurus
Icarosaurus
Xianglong
Lanthanolania
Weigeltisaurus
Tridentinosaurus
0
10cm

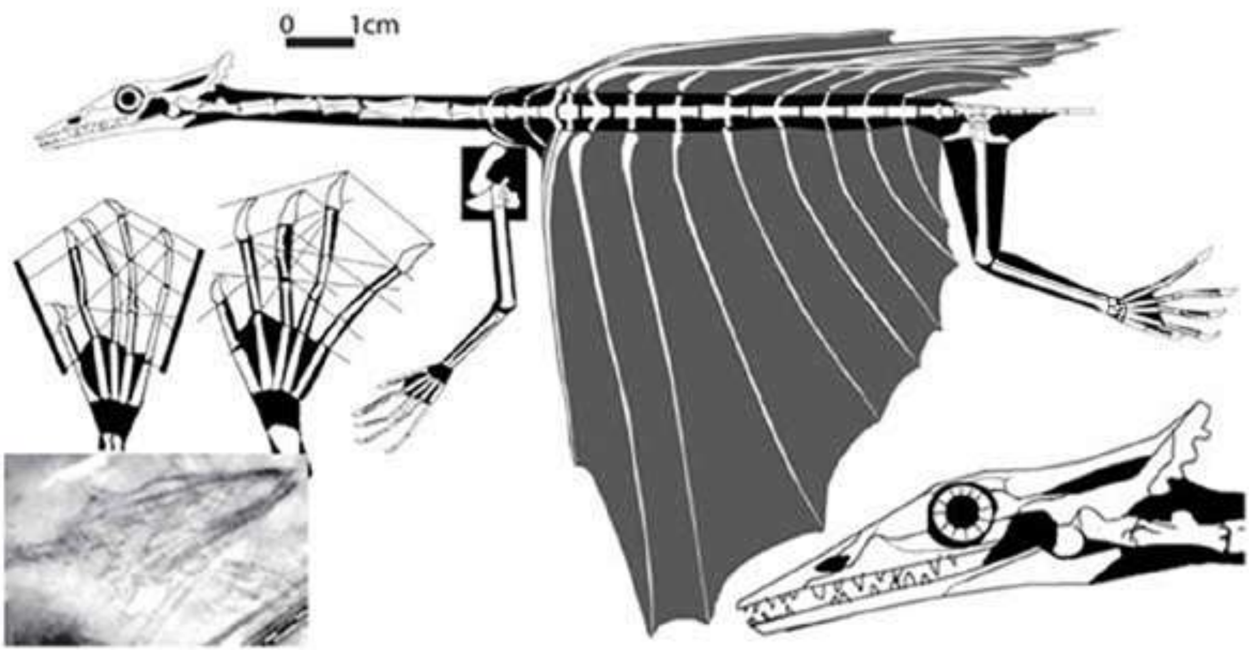
Coelurosauravus jaekeli من العصر البرمي المتأخر[1]، قبل حوالي ٢٥٠ مليون سنة، بطول حوالي ٤٠ سم، امتلك عظامًا جلدية متطاولة تدعم غشاء الجناح للانزلاق. لاحظ الأضلاع. هذا تصنيف بدائي احتفظ بأضلاع بدت كأضلاع، وليست كزوائد عرضية متطاولة كما في التصنيفات الشقيقة مثل Mecistotrachelos، و toTridentinosaurus، Icarosaurus ، وKuehneosaurus . انحدر Coelurosauravus من سلف مشترك مع وسبق الإيكاروسورس وكوهنيوسورس من الناحية التطورية. على عكس ترايدنتينوسورس وPalaegama ، تميزت جمجمة الكويلوصورافوس بوجود فتحتي أنف خلفيتين إضافيتين. كان العظم الصدغي متضخمًا وذا شكل باروكي مع عدة نتوءات بطنية، جميعها زخرفية. استمر العظم فوق الصدغي في هذا التركيب الشبيه بالعرف بنفس الطريقة. امتدت العظام الجدارية للخلف أكثر مع الحفاظ على اتصالها فوق الصدغي. هذا جعل الفتحة الصدغية العلوية، التي كانت بيضاوية الشكل، شقًا في المنظر الظهري، وأعمق في المنظر الجانبي. كان للفك السفلي نتوء إكليلي أكثر قوة. كانت الفقرات العنقية لدى السيلوروصورافوس أطول وأكثر قوة، وكان عددها أكبر. كما كانت السلسلة الظهرية أطول أيضًا. أما الأضلاع الظهرية فكانت أقصر. ازداد عدد العظام قبل العجزية من 20 إلى 26. وكانت العظام الذيلية أكثر نحافة، وعددها محفوظ بشكل أكبر.



[1] Piveteau J 1926. Paleontologie de Madagascar, XIII. Amphibiens et reptiles permiens: Annales de Paleontologie, v. 15, p. 53-128

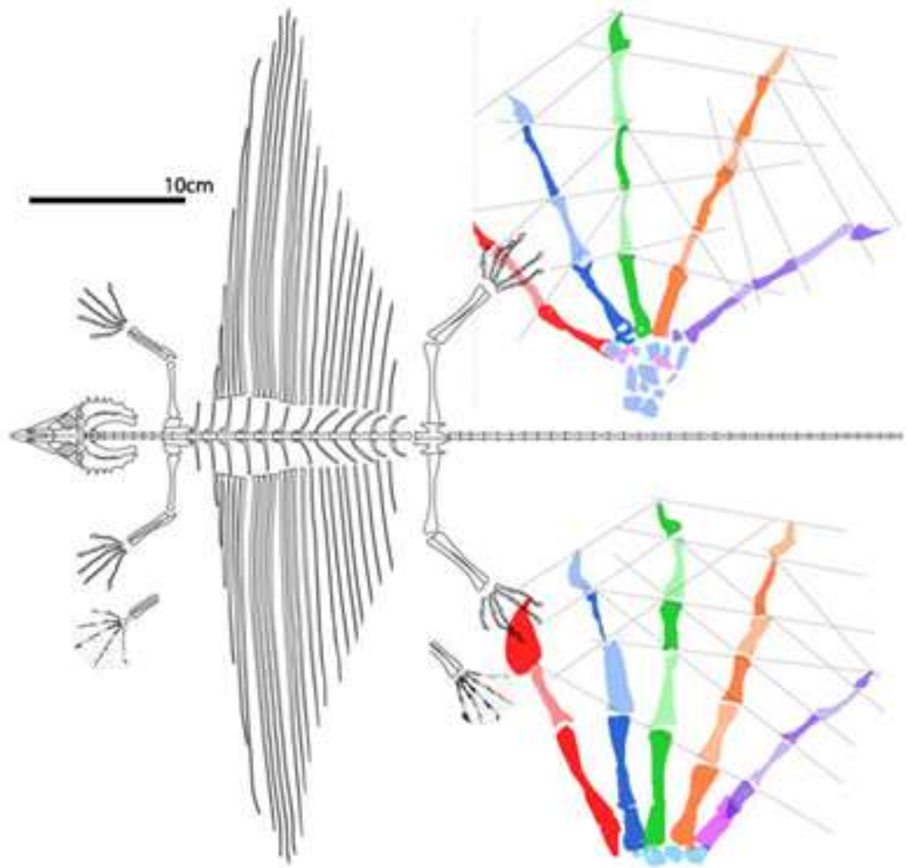
نشأت الامتدادات الجلدية الطويلة التي تُحيط بالغشاء الانزلاقي من عظام جلدية صغيرة تمتد من طرف كل ضلع، مع تجمع العديد منها من الضلعين الأماميين (أو ربما الأربعة). ويبدو أن اليد والقدم كانتا متصلتين بأغشية، مما كان سيُعزز تأثير المظلة. في العصر البرمي، لم يكن هناك سوى عدد قليل من رباعيات الأطراف الأخرى التي تعيش على الأشجار، باستثناء ربما آكلات الحشرات المبكرة، مثل ثنائي الأقواس بترولاكوصوروس والسنابسيد العاشب سومينيا، لذا لم يكن الانزلاق تكيفًا لتجنب المفترسات، كما هو الحال في دراكو الحالي.

ربما كان السيلوروصورافوس منزلقًا جيدًا، لكن التعديلات والتحسينات التطورية اللاحقة تشير إلى أن الأضلاع الكاذبة وأغشيتها ربما كانت لها وظيفة استعراضية في الأصل، كما يتضح من التعديلات الشبيهة بالعرف على الجمجمة، والتي تغيب في الإيكاروسورس والكوهنيوصورس. قبل استخدامها كدعامات للانزلاق، كانت هذه العظيمات الأقصر بكثير ذات وظيفة تزيينية. وفي السباق التطوري للتنافس على امتلاك أكثر الأغشية الجانبية بروزًا كصفات جنسية ثانوية، تم لاحقًا توظيف القدرة على الانزلاق.



يُظهر الميسيستوتراشيلوس أبيروس، الذي عاش في أواخر العصر الترياسي قبل حوالي 210 مليون سنة، تنوعًا في أفراد السلالة اللاحقة، حيث يتميز بقلة الفقرات الظهرية والأضلاع الكاذبة. كان جسمه نحيفًا للغاية، أشبه بالعصا، مع فقرات عنقية طويلة جدًا وأضلاع صغيرة ملتحمة بكل فقرة. تجدر الإشارة إلى أن أيًا من الأنواع الشقيقة لم يكن يمتلك نتوءات عرضية طويلة. حتى السحلية المنزلقة الحالية، دراكو، لا تمتلك نتوءات عرضية طويلة. هذا يعني أن النتوءات العرضية الظاهرة التي وصفها جميع الباحثين السابقين هي في الواقع أضلاع ملتحمة بالفقرات، مشتقة من الحالة المذكورة أعلاه

في الأضلاع القصيرة لكويلوروسورافوس. أما الأضلاع الكاذبة، فكانت في الحقيقة عظامًا جلدية طويلة، خلافًا لجميع التقارير السابقة. كانت الأطراف أكثر رشاقة، وطول الذيل غير معروف. كان عظم الشظية ملتحمًا أو ملتصقًا بشدة بعظم الظنبوب[1].



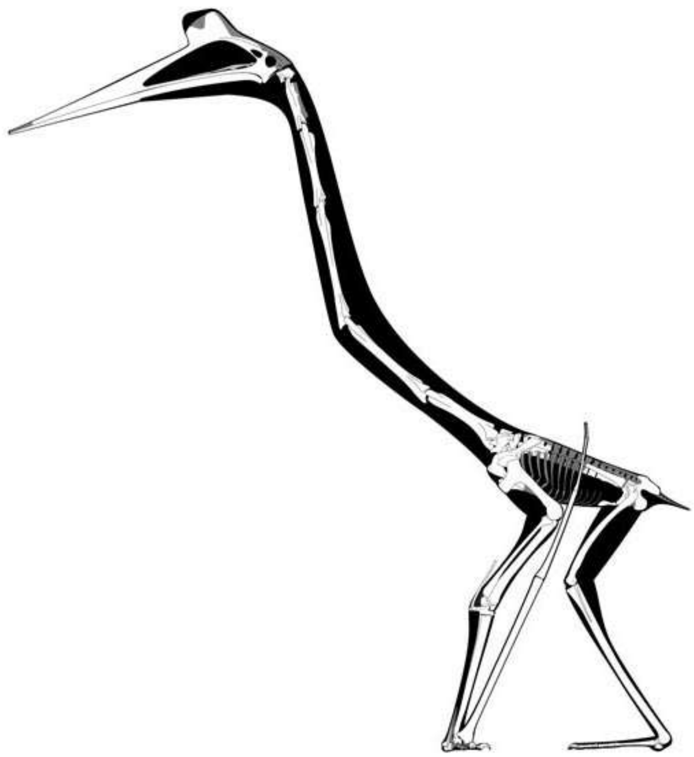
إعادة بناء ويجيلتيسورس من بريتشارد وآخرون. تمت إضافة إعادة بناء اليد والقدم هنا. قارن اليد والقدم مع إيكاروسورس

في ست أوراق بحثية نُشرت ضمن سلسلة مذكرات من قِبل جمعية علم الحفريات الفقارية[2]، قدّم علماء وفنان الصورة الأكثر اكتمالًا حتى الآن لهذا الكائن الشبيه بالديناصور، والذي لا يُمثّل أكبر مثالٍ له سوى مجموعة واحدة من العظام المتحجرة التي جُمعت في أواخر سبعينيات القرن الماضي من منتزه بيغ بيند الوطني. تصف هذه الأوراق البيئة الجيولوجية والبيئية للتيروصور خلال العصر الطباشيري العلوي، وتشريحه وموقعه التصنيفي، وكيفية تحرّكه على الأرض وفي الهواء. إحدى هذه الأوراق، التي شارك في تأليفها عالم الحفريات

1) Fraser NC, Olsen PE, Dooley AC Jr and Ryan TR 2007. A new gliding tetrapod (Diapsida: ?Archosauromorpha) from the Upper Triassic (Carnian) of Virginia. Journal of Vertebrate Paleontology 27 (2): 261–265

2) Functional morphology of Quetzalcoatlus Lawson 1975 (Pterodactyloidea: Azhdarchoidea)" by Kevin Padian, James R. Cunningham, Wann Langston JR. and John Conway, 7 December 2021, Journal of Vertebrate Paleontology

كيفن باديان، أستاذ علم الأحياء التكاملية الفخري وأمين متحف الحفريات الفخري بجامعة كاليفورنيا في بيركلي، تُجيب على بعض الألغاز المحيطة بسلوك الطيران والمشي لهذا الحيوان الفريد، والذي لم يُنشر عنه الكثير منذ اكتشافه قبل أكثر من 45 عامًا. كيف يُمكن لحيوان أن يمشي بأجنحة طويلة جدًا لدرجة أنها تلامس الأرض عند طيّها؟ ماذا كان يأكل، وكيف كان يتغذّى؟ ما مدى قوة طيرانه؟ وكيف يستطيع حيوان يبلغ طول جناحيه 40 قدمًا (12 مترًا)، بينما لا يتجاوز ارتفاع ساقيه 6 أقدام (1.8 متر) عند الورك، أن يقذف نفسه في الهواء؟



رسم تخطيطي لعظام حيوان Quetzalcoatlus northropi. كان لهذا الحيوان مشية فريدة من نوعها، تختلف تمامًا عن مشية خفاش مصاص الدماء.

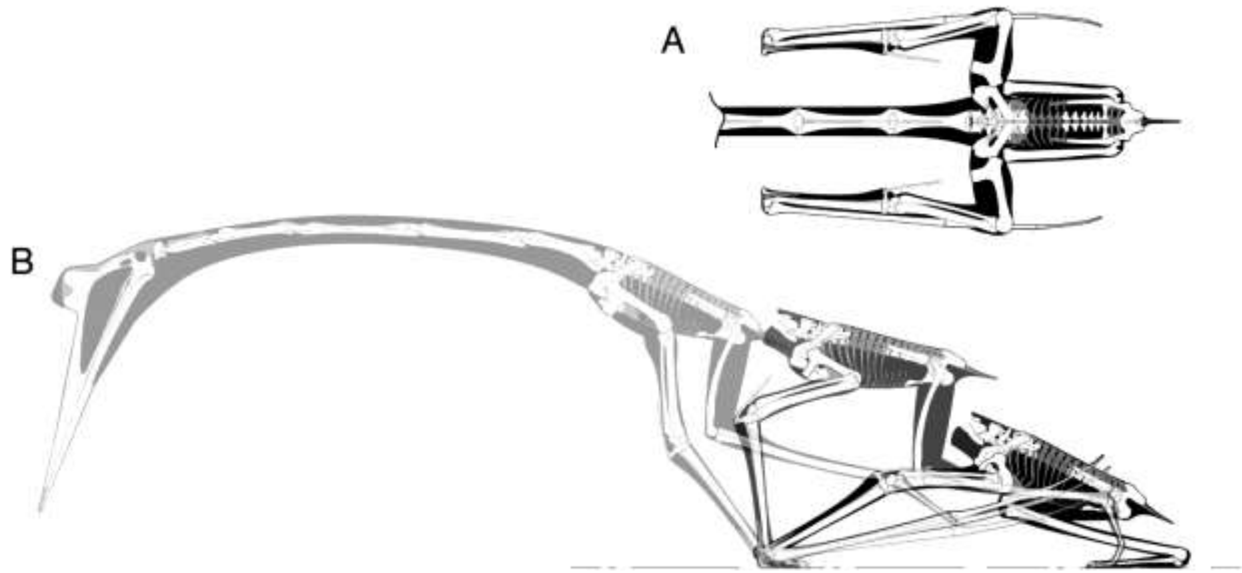
قال باديان Padian، الذي شارك في تحرير الدراسة: "هذا الزاحف الطائر القديم أسطوري، مع أن معظم التصورات الشائعة عنه فنية وليست علمية. هذه أول نظرة حقيقية على كامل أكبر حيوان طار على الإطلاق، على حد علمنا. النتائج ثورية لدراسة التيروصورات - أول الحيوانات، بعد الحشرات، التي تطورت لديها القدرة على الطيران".

اكتشف دوغلاس لوسون Douglas Lawson، الذي كان حينها في الثانية والعشرين من عمره، أحافير Quetzalcoatlus الأصلية، وكان يدرس للحصول على درجة الماجستير في الجيولوجيا بجامعة تكساس في أوستن، ثم أصبح لاحقًا طالب دكتوراه في جامعة كاليفورنيا في بيركلي. يتكون التيروصور الأحفوري - الذي سماه على اسم إله الثعبان الطائر عند الأزتك - من جناح جزئي يشير إلى حجم يُضاهي حجم بعض الطائرات، وكان أكبر بنسبة 50% على الأقل من أجنحة أكبر طائر معروف، وهو طائر منقرض أكبر بكثير من أقارب الكندور الحية، ومن سلالة الديناصورات. لم يكن للكيتزالكواتلوس ريش: كان جسمه، بما في ذلك أجنحته الجلدية وألياف الكيراتين، مغطى بالشعر، كما هو الحال في جميع التيروصورات. ومثل الديناصورات، كان على الأرجح من ذوات الدم الحار ونشطًا. فقد ذيله، على الأرجح لتحسين قدرته على المناورة، ويشير عنقه الذي يبلغ طوله 1.8 متر وجمجمته المتوجة التي يبلغ طولها 1.2 متر إلى أنه يشبه اللقلق الضخم.

لفهم سلوك التيروصورات من نوع كيتزالكواتلوس، قام باديان وزملاؤه بمعالجة قوالب عظام من حوالي اثني عشر هيكلًا عظميًا أحفوريًا أصغر حجمًا وأكثر اكتمالًا للتيروصورات، بما في ذلك هياكل نوع كيتزالكواتلوس لوسوني، الذي سُمّي حديثًا نسبةً إلى لوسون في إحدى الأوراق البحثية المصاحبة. عُثر على أحافير كيتزالكواتلوس لوسوني في تكوين جافيلينا نفسه في غرب تكساس في نفس الفترة الزمنية التي تم فيها التنقيب عن كيتزالكواتلوس نورثروبي الأكبر حجمًا. يبلغ حجم العينات الأصغر نصف حجم العينة الأكبر التي عثر عليها لوسون في البداية، لكنها تتكون من حوالي 300 قطعة عظمية متحجرة. أما الحيوان الأكبر، فلا يُعرف عنه سوى عدد قليل من عظام الجناح: عظم العضد وعظم الزند من أعلى الذراع والساعد، على التوالي.

مثل الطيور والخفافيش وحتى البشر، تتكون الأطراف الأمامية للتيروصورات من ثلاثة أجزاء: عظم العضد، من مفصل الكتف إلى المرفق؛ والساعد، بما في ذلك عظمي الكعبرة والزند؛ وعظام الرسغ واليد. ولكن على عكس الطيور والخفافيش، تتكون الحافة الأمامية للجزء الخارجي من جناح التيروصور من إصبع جناح عملاق.

كان الكيتزالكواتلوس ثنائي الحركة، أي أنه كان يمشي على قدمين. ولكن نظرًا لطول عظام أطرافه الأمامية، لم يكن بإمكان أجنحته تجنب ملامسة الأرض عند طيها. وقد أوحى هذا الوضع الرباعي للبعض بأن التيروصورات كانت تمشي مثل خفاش مصاص الدماء، الذي يستخدم أطرافه الأمامية لدفع نفسه للأمام على الأرض. ومع ذلك، تُظهر دراسة العظام أن التيروصور لم يكن يستخدم الأجنحة للدفع. فعندما كان على الأرض، لم يكن بإمكانه سوى تحريك أجنحته للأمام أو إلى الجانب.



إعادة بناء وضعية الهيكل العظمي في المنظر الظهري (أ) والمنظر الجانبي الأيسر (ب) بينما ينحني الحيوان قبل انطلاقه المفترض على أربع قوائم، وأثناء اندفاعه للأمام بأطرافه الأمامية والخلفية.

تفسير أكل الحيات للتراب

تناولنا في هذا البحث الأدلة على وجود ثعابين لها أرجل، وكذلك أدلة على وجود ثعابين كان يمكنها الطيران في الماضى، ولكن بعد أن لعن الله الحية أصبحت تسحف على بطنها وتلتهم فرائسها، وبعض النظر عن الطريقة التي تلتهم بها الحية فرائسها، فإن هذه الفرائس تختلط بالتراب أثناء مرحلة إفتراس الحية للفريسة، ويدخل جوف الحية بعض من ذرات التراب الموجودة على الفريسة.

نقطة أخرى معظم أنواع الحيات تقوم بحفر جحوراً لها سواء للبيات الشتوى أو الإختباء والحماية، أو للانتظار لإقتناص فرائسها، الحيات والأفاعى ليس لها الآن مخالب أو أطراف لتقوم بالحفر بها، ولكن أي كانت الوسيلة التي تقوم بالحفر بها، فهذا فإن جزء من التراب قد يدخل إلى جوفها، في بعض أنواع الحيات السامة التي تستخدم رأسها في الحفر .

تذكر جمعية علم الأحياء التكاملية والمقارنة[1] Society for Integrative and Comparative Biology (SICB): أظهرت الدراسات أن الكوبرا ذات الأنف الدرعي (Aspidelaps scutatus، وهي أفعى من فصيلة الأفاعي السامة)

[1]) #/https://sicb.org/abstracts/burrowing-with-a-kinetic-snout-in-a-snake-elapidae-aspidelaps-scutatus

تحفر باستخدام خطم متحرك بشكل مستقل عن باقي الجمجمة. يتميز رأس الكوبرا ذات الأنف الدرعي بقصره وعرضه، ويحمل حراشف منقارية كبيرة الحجم ذات حواف جانبية بارزة عمودية تشبه المجرفة. وتستخدم الكوبرا آليتين للحفر: 1) دفعات رأسية أمامية، حيث يندفع الجسم في عدة انحناءات فضفاضة، دافعًا إياه على جدران النفق لتوليد الاحتكاك، بينما يمتد الرأس من وضعية تجمع الجذع الأمامي؛ 2) الحفر الجانبي باستخدام الحراشف المنقارية، حيث تنحرف الحراشف المنقارية والخطم بشكل سلبي بفعل المواد التي يتم دفعها جانبًا، ثم يعود الخطم إلى وضعه الأصلي قبل أن يواصل حركته في نفس اتجاه الرأس. يفتقر عظم الفك العلوي، الذي ترتبط به الحراشف الأمامية، إلى أي ارتباطات عضلية مباشرة. وتعتمد حركة الحراشف الأمامية على انقباضات الشريط الحنكي الجناحي، التي يتوسطها رباط يربط الطرف الأمامي لعظم الحنك بالنتوء المستعرض لعظم الفك العلوي. في الثعابين المتطورة، تُعد حركات الحنك والفك العلوي محفوظة بشكل كبير، وهي أساس آليات اصطياد الفرائس ونقلها. وقد استغل ثعبان "أسبيديلابس سكوتاتوس" هذه الآليات لوظيفة جديدة. فالحفر باستخدام خطم متحرك آلية مختلفة تمامًا عن تلك التي تستخدمها العديد من الفقاريات الطويلة الأخرى.

المراجع

1. Caldwell, M. W. et al., The oldest known snakes from the Middle Jurassic-Lower Cretaceous provide insights on snake evolution, Nature Communications 6, no. 5996, doi:10.1038/ncomms6996, 27 January 2015.
2. Dunham, W., Remarkable fossils push back snake origins by 65 million years, uk.reuters.com, 27 January 2015; accessed 5 February 2015
3. Bell, P., Baby snake fossil further frustrates evolution, Creation 41(3):15, 2019
4. Sodera, V., One small speck to man, the evolution myth 2, Bekaam Printers Pte Ltd, Malaysia, 2009
5. Wood, T.C., Animal and Plant Baramins, Center for Origins Research Issues in Creation, No. 3, Wipf & Stock Publishers, Eugene, OR, 2008
6. Whitehouse, D., Discovery challenges snake origins, news.bbc.co.uk, March 2000; accessed June 2015
7. Longrich, N.R., Bhullar, B.–A.S. and Gauthier, J.A., A transitional snake from the Late Cretaceous period of North America, Nature 488(7410):205–208, 2012
8. Marthill, D.M., Tischlinger, H. And Longrich, N.R., A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana, Science 349(6246):416–419, July 2015
9. Christakou, A., Four-legged fossil snake is a world first, nature.com/news, July 2015
10. Webb, J., Four-legged snake ancestor 'dug burrows', bbc.co.uk/news, July 2015
11. David M. Martill, Helmut Tischlinger, and Nicholas R. Longrich, A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana, Science, Jul 2015, Vol 349, Issue 6246, pp. 416-419
12. https://www.nationalgeographic.com/science/article/a-fossil-snake-with-four-legs
13. Fernando F. Garberoglio, Sebastián Apesteguía, Tiago R. Simões, Alessandro Palci, Raúl O. Gómez, Randall L. Nydam, Hans C. E. Larsson, Michael S. Y. Lee, and Michael W. Caldwell, New skulls and skeletons of the Cretaceous legged snake Najash, and the evolution of the modern snake body plan, Science Advances, Nov 2019 Vol 5, Issue 11

14. https://www.newscientist.com/article/dn9020-oldest-snake-fossil-shows-a-bit-of-leg/
15. Caldwell MW, Nyam RL, Placi A and Apesteguía S 2015. The oldest known snakes from the Middle Jurassic-Lower Cretaceous provide insights on snake evolution. Nature Communications 6: 5996
16. Conrad JL 2008. Phylogeny and systematics of Squamata (Reptilia) based on morphology. Bulletin of the American Museum of Natural History 310
17. Caldwell MW and Palci A 2010. A new species of marine ophidiomorph lizard, Adriosaurus skrbinensis, from the upper Cretaceous of Slovenia. Journal of Vertebrate Paleontology 30:747-755
18. Evans SE, Raia P and Barbera C 2004. New lizards and rhynchocephalians from the Lower Cretaceous of southern Italy. Acta Palaeontologica Polonica 49:393-408
19. Apesteguía S and Zaher H 2006. A Cretaceous terrestrial snake with robust hindlimbs and a sacrum. Nature 440: 1037-1040
20. Mateer NJ 1982. Osteology of the Jurassic Lizard Ardeosaurus brevipes (Meyer). Palaeontology 25(3):461-469
21. Meyer H von 1860. Zur Fauna der Vorwelt. Reptilien aus dem lithographischen Schiefer des Jura in Deutschland mit Franchreich. Frankfurt-am-Main
22. David M. Martill et al. 2015. A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana. Science, vol. 349, no. 6246, pp. 416-419
23. Apesteguía S & Zaher H 2006. A Cretaceous terrestrial snake with robust hindlimbs and a sacrum. Nature 440(7087), 1037–1040
24. Caldwell MW & Lee MSY 1997. A snake with legs from the marine Cretaceous of the Middle East. Nature 386, 705–709
25. Christakou A 2015a. Four-legged fossil snake is a world first. Nature July 23, 2015
26. Christakou A 2015b. Four-legged snake fossil sparks legal investigation. Nature August 4, 2015
27. Geggel L 2016. Mistaken Identity? Debate Over Ancient 4-Legged Snake Heats Up. LiveScience October 28, 2016.

28. Martill DM, Tischlinger H & Longrich NR 2015. A four-legged snake from the Early Cretaceous of Gondwana. Science 349(6246): 416–419.
29. Strauss K 2022. Researchers discover controversial four-legged ‘snake’ is a different ancient animal. Phys.org January 5, 2022.
30. Tchernov E, Rieppel O, Zaher H, Polcyn MJ & Jacobs LL 2000. A fossil snake with limbs. Science 281(5460), 2010–2012.
31. University of Portsmouth 2015. Scientists Discover Four-Legged Snake Fossil. SciTechDaily August 2, 2015
32. Yong E 2015. A Fossil Snake With Four Legs. National Geographic July 23, 2015. https://www.nationalgeographic.com/science/article/a-fossil-snake-with-four-legs
33. Gramling, C., ‘Four-legged snake’ may be ancient lizard instead, Science 354(6312):536–537, 2016
34. Carolyn Gramling, "‘Four-Legged Snake’ May Be Ancient Lizard Instead," Science 354, no. 6312 (2016): 536
35. Michael Greshko, "Famous ‘Four-Legged Snake’ May Really Be Dino-Era Lizard," National Geographic, November 2, 2016
36. Special thanks to John Goertzen for his pioneering research on the fiery flying serpent in history and for reviewing an early draft of this paper.
37. Aelianus, Claudius. 1972. On the characteristics of animals, 1641. Translated by A.F. Scholfield, Loeb Classical Library. HarvardUniversity Press, Cambridge, MA.
38. Alpin, P. 1979. Histoire naturelle de l’Egypte. Translated by R. de Fenoyl. IFAO, Le Caire.
39. Barnett, R.D. 1967. Layard’s Nimrud bronzes and their inscriptions. Eretz Israel 8:3.
40. Baugh, C. 1999. PNG Expedition Video II and Personal Interview.
41. Blume, J. 2000. Phone interview on pterosaur sightings in Papua New Guinea. SouthBay Creation Science Association, Los Angeles, CA.
42. Bochart, S. 1663. Hierozoocon: sive, de animalibus sacrae scriptura. In Libraria Weidmannia. 1793-1796. Leipzig, Germany.

43. Borger, R. 1956. Die Inschriften Asarhaddon's königs von Assyrien. 1956. [Archiv fur Orientalforschung Beiheft 9] Graz, E. Weidner, Austria.
44. Brown, F. 2001. The Brown-Driver-Briggs Hebrew and English lexicon, Hendrickson Publishers, Inc., Peabody, MA.
45. Bugenhagen, Salme. 2004. [SIL Translator] Personal Correspondence.
46. https://www.smithsonianmag.com/blogs/national-museum-of-natural-history/2021/10/13/the-oldest-airborne-animal-was-a-reptile-with-weird-wings/
47. Charbonneau-Lassay, L. 1940. Le bestiare du Christ., Desclée De Brower & Cie., Paris, France.
48. Clark, Neil, and William, Lindsay. 1995. DK Pockets: dinosaurs, D.K. Publishing, London, UK.
49. Constable, G. (editor). 1984. Enchanted world: dragons. Time-Life Books, New York.
50. Cooper, B. 1995. After the Flood, <http://www.ldolphin.org/cooper/contents.html> (8/12/05).
51. Cranfield, I. 2001. The illustrated directory of dinosaurs and other prehistoric creatures, Greenwich edition. Chrysalis Books, London, UK.
52. Edersheim, Alfred. 1995. The Bible history, Old Testament, volume 2, The Exodus and the wanderings in the wilderness. Updated edition. Hendrickson Publishers, Inc., Peabody, MA.
53. Epstein, P.S. 1973. Monsters: their histories, homes, and habits. Doubleday, Garden City, NY.
54. Frankfort, Henri. 1948. Kingship and the Gods. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
55. Gibbons, B. 1999. "Personal Interview of Tyson Hughes."
56. Gill, J. 1766. An exposition of the entire Bible. W. Baynes, London, UK.
57. Goertzen, John. An Article for the 1998 Midwestern Evangelical Theological Society Conference held at GRBS, Grand Rapids, MI on September 30, 1998. <www.rae.org/pteroets.html> (8/12/05).
58. Ham, K. 1999. The great dinosaur mystery explained! Master Books, Green Forest, AR.

59. Henry, Matthew. 1992. A commentary on the whole Bible. Hendrickson Publishers, Inc. Peabody, MA.
60. Herodotus, Historiae, 1850. Translated by Henry Clay. Henry G. Bohn, London, UK.
61. Hirsch, E. and Benzinger, I. 2002. The Jewish Encyclopedia. <http://www.jewishencyclopedia.com/view_page.jsp?artid=488&letter=S&pid=0> (8/12/05).
62. Italica, Silius. 1934. Punica XV:142. Translated into English by J.D. Duff. Putnam, Loeb Classical Library, New York.
63. Joines, K. 1976. Winged serpents in Isaiah's inaugural vision. Journal of Biblical Literature 86:410-415.
64. Josephus, Flavius. 1960. The antiquities of the Jews, book II: from the death of Isaac to the Exodus out of Egypt. Translated by William Whiston. Kregel Publications, Grand Rapids, MI.
65. Keel, O. 1977. Jahwe-Visionen und Siegelkunst. Verlag Katholisches Bibelwerk Stuttgart, Germany.
66. Kircher, Athanasius. 1664. Mundus Subterraneus. Joannes Janssonius à Waesberge, Amsterdam, Holland.
67. Lucanus, Marcus Annaeus. Pharsalia. Book IX. Translation by Sir Edward Ridley. 1896. Longmans, Green, and Co., London, UK
68. Weigeltisaurus jaekeli (Weigelt 1930, Pritchard et al. 2021) Late Permiian is an obvious sister to Coelurosauravus in the LRT. It has fewer vertebrae, as in Miecistotrachelos and Icarosaurus
69. Luckenbill, D.D. 1989. Ancient records of Assyria and Babylon II, Histories and Mysteries of Man Ltd., London, UK.
70. Mayor, Adrienne, 2005, Fossil legends of the first Americans. Princeton University Press, Princeton, NJ.
71. Motyer, J.A. 1993. The prophecy of Isaiah: an introduction & commentary. Intervarsity Press, Downer's Grove, IL.
72. Niebuhr, C. 1972. Travels through Arabia and other countries in the East. R. Morison and Son, Edinburgh, Scotland.

73. Oswalt, J.N. 1986. The new international commentary on the Old Testament: The book of Isaiah. William B. Eerdmans Publishing Company, Grand Rapids, MI.
74. Pliny the Elder. Natural history, book X: The natural history of birds. 1855. Edited and translated by John Bostock, M.D., F.R.S., H.T. Riley, Esq., B.A. Taylor & Francis, London, UK.
75. Roach, J. 2002. National geographic News, August 7, 2002. <http://news.nationalgeographic.com/news/2002/08/0807_020807_flyingsnake.html> (8/12/05).
76. Strabo, Geography, book XV: on India. 1967. Translated by H.L. Jones (editor). HarvardUniversity Press, Cambridge, MA.
77. Trevelyan, Marie. 1909. Folk-lore and folk stories of Wales. <http://www.red4.co.uk/Folklore/trevelyan/welshfolklore/chapt13.htm> (8/12/05).
78. Webster, Daniel. 1828. An American Dictionary of the English Language, S. Converse, New York, NY.
79. Wiseman, D.J. 1972. Flying serpents. Tyndale Bulletin 23. Tyndale House Publishers, Wheaton, IL.
80. Young, E.J. 1983. The book of Isaiah. William B. Eerdmans Publishing Company, Grand Rapids, MI.
81. Buffa, Valentin et al. “Morphology and osteo-histology of the weigeltisaurid wing: Implications for aerial locomotion in the world's first gliding reptiles.” Journal of anatomy vol. 248,5 (2026): 843-872
82. Carroll RL 1978. Permo-Triassic "Lizards" from the Karoo System Part II. A gliding reptile from the Upper Permian of Madagascar. Palaeontografica Africana. 21:143-159.
83. Dal Piaz Gb. 1932 (1931). Scoperta degli avanzi di un rettile (lacertide) nei tufi compresi entro i porfidi quarziferi permiani del Trentino. Atti Soc. Ital. Progr. Scienze, XX Riunione, v. 2, pp. 280-281. [The discovery of the remains of a reptile (lacertide) in tuffs including within the Permian quartz porphyry of Trentino.]

84. Evans SE 1982. Gliding reptiles of the Late Permian. Zoological Journal of the Linnean Society, 76:97–123.
85. Evans SE and Haubold H 1987. A review of the Upper Permian genera Coelurosauravus, Weigeltisaurus and Gracilisaurus (Reptilia: Diapsida). Zoological Journal of the Linnean Society 90:275–303.
86. Fraser NC, Olsen PE, Dooley AC Jr and Ryan TR 2007. A new gliding tetrapod (Diapsida: ?Archosauromorpha) from the Upper Triassic (Carnian) of Virginia. Journal of Vertebrate Paleontology 27 (2): 261–265.
87. Frey E, Sues H-D and Munk W 1997. Gliding Mechanism in the Late Permian Reptile Coelurosauravus. Science Vol. 275. no. 5305, pp. 1450 - 1452
88. DOI: 10.1126/science.275.5305.1450
89. Leonardi P 1959. Tridentinosaurus antiquus Gb. Dal Piaz, rettile protorosauro permiano del Trentino orientale. Memorie di Scienze Geologiche 21: 3–15.
90. Piveteau J 1926. Paleontologie de Madagascar, XIII. Amphibiens et reptiles permiens: Annales de Paleontologie, v. 15, p. 53-128.
91. Pritchard AC, Sues H-D, Scott D, Reisz RR. 2021. Osteology, relationships and functional morphology of Weigeltisaurus jaekeli (Diapsida, Weigeltisauridae) based on a complete skeleton from the Upper Permian Kupferschiefer of Germany. PeerJ 9:e11413 DOI 10.7717/peerj.11413
92. Weigelt J 1930. Palaeochameleo jaekeli nov. gen., nov. sp., ein neuer Rhynchocephale aus dem Mansfelder Kupferschiefer. Leopoldina 6:625–642.
93. Pritchard AC, Sues HD, Scott D, Reisz RR. Osteology, relationships and functional morphology of Weigeltisaurus jaekeli (Diapsida, Weigeltisauridae) based on a complete skeleton from the Upper Permian Kupferschiefer of Germany. PeerJ. 2021
94. Colbert, Edwin H. (1966). A gliding reptile from the Triassic of New Jersey. American Museum Novitates 2246: 1–23.
95. Evans SE 1982. Gliding reptiles of the Late Permian. Zoological Journal of the Linnean Society, 76:97–123.
96. Evans SE and Haubold H 1987. A review of the Upper Permian genera Coelurosauravus, Weigeltisaurus and Gracilisaurus (Reptilia: Diapsida). Zool J Linn Soc, 90:275–303.

97. Fraser NC, Olsen PE, Dooley AC Jr and Ryan TR 2007. A new gliding tetrapod (Diapsida: ?Archosauromorpha) from the Upper Triassic (Carnian) of Virginia. Journal of Vertebrate Paleontology 27 (2): 261–265
98. https://sicb.org/abstracts/burrowing-with-a-kinetic-snout-in-a-snake-elapidae-aspidelaps-scutatus/#
99. Frey E, Sues H-D and Munk W 1997. Gliding Mechanism in the Late Permian Reptile Coelurosauravus. Science Vol. 275. no. 5305, pp. 1450 – 1452
100. Li P-P, Gao K-Q, Hou L-H and Xu X. 2007. A gliding lizard from the Early Cretaceous of China. PNAS 104(13): 5507-5509.
101. Modesto SP and Reisz RR 2003. An enigmatic new diapsid reptile from the Upper Permian of Eastern Europe. Journal of Vertebrate Paleontology 22 (4): 851-855.
102. Modesto SP and Reisz RR 2011. The neodiapsid Lanthanolania ivakhnenkoi from the Middle Permian of Russia, and the initial diversification of diapsid reptiles. SVPCA abstract.
103. Robinson PL 1962. Gliding lizards from the Upper Keuper of Great Britain. Proceedings of the Geological Society London 1601:137–146.
104. Stein K, Palmer C, Gill PG and Benton MJ 2008. The aerodynamics of the British Late Triassic Kuehneosauridae. Palaeontology, 51(4): 967-981
105. Piveteau J 1926. Paleontologie de Madagascar, XIII. Amphibiens et reptiles permiens: Annales de Paleontologie, v. 15, p. 53-128.
106. Bulanov, V.V., Sennikov, A.G. Substantiation of validity of the Late Permian genus Weigeltisaurus Kuhn, 1939 (Reptilia, Weigeltisauridae). Paleontol. J. 49, 1101–1111 (2015)
107. Functional morphology of Quetzalcoatlus Lawson 1975 (Pterodactyloidea: Azhdarchoidea)" by Kevin Padian, James R. Cunningham, Wann Langston JR. and John Conway, 7 December 2021, Journal of Vertebrate Paleontology.